Münster.1931.№37 Phil. Diss.

Chemie

Über den Wert agrikulturchemischer Arbeiten für die Steigerung der Bodenerträge

erläutert am Versuchsgut Sprakel bei Münster i. W.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt einer
Hohen Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

von

Gerhard Veltman
aus Warendorf i. W.

Druck der Regensbergschen Buchdruckerei, Münster i. W.
1931

Dekan: Prof. Dr. Mecking
Referent: Prof. Dr. Bömer

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juli 1925

Im Verlaufe der letzten fünfzig Jahre hat die landwirtschaftliche Produktion des Bodens eine ungewöhnliche Steigerung erfahren, die in der Hauptsache wohl auf die allgemeinere Verwendung künstlicher Düngmittel und besseren Saatgutes zurückzuführen ist. Trotz dieser Tatsache darf mit einigem Rechte behauptet werden, daß bei weitem nicht alle Möglichkeiten, die Erträge des Bodens auch weiterhin nicht unbedeutend zu steigern, erschöpft sind. Wie überaus wichtig eine solche Ertragssteigerung besonders für die deutsche Landwirtschaft ist, leuchtet bei der gegenwärtigen Lage unseres Vaterlandes ohne weiteres ein.

Eine weitere Steigerung der Erträge ist in folgender Hinsicht zu erreichen: Vielfach wird bei der Anwendung des künstlichen Düngers insofern unwirtschaftlich verfahren als hierbei der individuellen Verschiedenheit der einzelnen Bodenarten und den dadurch teilweise bedingten Wasserverhältnissen noch zu wenig Rechnung getragen wird. Verlangen doch die jeweilige chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens, sowie die Wasserverhältnisse eine durchaus unterschiedliche Behandlung der einzelnen Bodenarten, sowohl was ihre Bearbeitung, als auch die sachgemäße Anwendung der künstlichen Düngemittel anlangt. Die Art, Menge und zeitliche Anwendung der Düngemittel ist von den genannten Eigenschaften unbedingt abhängig zu machen.

Um sich vor falschen Maßnahmen bei der Bewirtschaftung seiner Ländereien zu schützen, ist es also für den Landwirt durchaus erforderlich, sich eine möglichst eingehende Kenntnis der physikalischen, chemischen und hydrologischen Eigenschaften seines Bodens zu verschaffen. In den weitaus meisten Fällen wird allerdings der praktische Landwirt infolge Arbeitsüberlastung, mangelnder Erfahrung in den wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden und Fehlen der zu solchen Unter-

suchungen notwendigen Einrichtungen und Geräte selbst nicht in der Lage sein, ein zutreffendes Bild von den genannten Bodenverhältnissen zu erlangen. Es muß daher die Aufgabe der Wissenschaft sein, die Erfahrungen des Landwirts durch wissenschaftliche Untersuchungen zu ergänzen und so im Verein mit der Praxis eine weitere Ertragssteigerung der Landwirtschaft zum Besten unseres gesamten Volkes herbeizuführen.

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, nachzuweisen, daß die eingehende Kenntnis der vorerwähnten Verhältnisse von durchschlagender Bedeutung für eine rationelle Bodenbewirtschaftung ist. Es soll gezeigt werden, welche Untersuchungen und Versuche in dieser Richtung auf dem Versuchsgute Sprakel der Landwirtschaftskammer angestellt wurden und welche Folgerungen für die Bewirtschaftung sich daraus ergeben haben, mit anderen Worten, wie versucht worden ist, die Untersuchungsergebnisse der Wissenschaft für die Praxis auszunutzen.

Das Versuchsgut Sprakel wurde von der Landwirtschaftskammer für Westfalen am 1. April 1917 gepachtet. Es liegt in der Bauerschaft Sprakel im Landkreise Münster etwa 1 km von dem Bahnhof Sprakel der Vollbahnstrecke Münster-Rheine entfernt. Die Wirtschaftsgebäude liegen an der südwestlichen Ecke der Besitzung, die in früheren Jahren eine bedeutend größere Fläche umfaßte. Das Gut hat zur Zeit noch eine Größe von rund 50 ha und wird in seinem östlichen Teile von der Landstraße Münster-Greven und der genannten Bahnstrecke durchquert. Im Osten wird die Gutsfläche von der Aa begrenzt, nach welcher Richtung hin das Gelände etwa von der Landstraße an stark abfällt. In der östlichen Ecke des Gutes nimmt die Aa den von Nordwesten kommenden „Möllers Kanal" auf, welcher von der erwähnten Landstraße an die Grenze bildet. Die Aa und „Möllers Kanal" bilden die Vorfluter für den östlichen Teil des Gutes, während der größere, westliche durch den Reitbach, der sich nördlich und östlich um den Gutshof herumzieht, entwässert wird. Nach Verlassen des Gutsgeländes fließt er in südöstlicher Richtung der Aa zu. Er führt auch in trockenen Zeiten Wasser, da er das Sammelbecken für ein sehr umfangreiches Gebiet darstellt. Die Höhenlage des Gutes beträgt rund 50 m über N. N.

Die Bodenverhältnisse des Versuchsgutes.

Das Gelände des Versuchsgutes gehört geologisch zum Dilluvium des münsterischen Beckens. Größere Geschiebe finden sich darin nur vereinzelt vor. Der Boden besteht in seinen oberen Lagen aus feinkörnigen Sanden und schwach lehmigen Sanden, unter denen, wie bei einer Brunnenbohrung im nördlichsten Teile des Gutes im Jahre 1918 festgestellt wurde, von etwa 4 m Tiefe an ein graublauer wenig durchlässiger Lehmmergel lagert, der bis 27 m Tiefe noch nicht durchteuft wurde.

I. Geländeaufnahme.

1. Oberflächengestaltung.

Unter Leitung des Herrn Meliorationsbaumeister Löbbering wurde zunächst eine Aufnahme der Oberflächengestaltung des gesamten Versuchsgutes durchgeführt. Die Geländeaufnahme ergab, daß wesentliche Höhenunterschiede auf dem westlich der Landstraße Münster-Greven liegenden, größeren Teile des Gutes nicht zu verzeichnen sind. Der höchste Punkt des Geländes (49,14 m über Amsterdamer Pegel) liegt auf dem Wege zwischen den Plänen V und VI unmittelbar an der Eisenbahn. Von hier fällt das Gelände allmählich bis zum Gutshofe auf 47,45 m (an der Ostseite des Stallgebäudes) und steigt westlich des Gutshofes auf Plan I wieder bis 48,9 m. Von dem höchsten Punkte an der Eisenbahn nach Norden zu ist das Gelände mehr oder weniger eben. Die höchsten Punkte liegen hier bei 48,10 m auf Plan IX und 48,15 m auf der Grenze zwischen Plan XV und XVII. Die niedrigste Ackerfläche mit 47,00 m an der Westecke des Weges zwischen den Plänen VI und VII; an der nördlichsten Grenze betragen die Höhen 46,8 bis 47,5 m. Die Wiesen und Weiden C, D, E und F, die nördlich und östlich des Hofes unmittelbar am Reitbach liegen, haben mit 47,2 m am Eintritt und 45,6 m am Austritt des Baches an der Südseite des Gutes eine um etwa 1—2 m tiefere Lage als die angrenzenden Ackerpläne. Die westlich des Hofes unmittelbar am Hausgarten liegende Weide A liegt 47,3—47,6 m, die Weide B 47,0—48,0 m hoch. Die Ackerpläne V, VI und VII haben eine um etwa 0,5—1 m höhere Lage als die übrigen Flächen. Es ist dies wohl auf die durch Jahrhunderte betriebene Plaggenwirtschaft zu-

rückzuführen, durch die im Laufe der Jahrhunderte durch das Aufbringen der als Einstreu in den Ställen dienenden obersten Heideschichten (Plaggen) eine allmähliche Erhöhung des Ackers stattgefunden hat. Östlich der Landstraße Münster-Greven fällt das Gelände zur Aa hin ab bis auf 40,4 m am Einflusse von „Möllers Kanal" in die Aa auf der Wiese J. Die Ackerpläne, zwischen Eisenbahn und Landstraße schwach abfallend, sind an der Landstraße noch 46,2—47,2 m hoch. Das Gelände fällt dann östlich der Landstraße stärker zur Aa hin ab.

Bei der Geländeaufnahme wurden durch das Gut 8 Hauptprofillinien gelegt, die auf der beigefügten Gutskarte eingezeichnet und mit den Buchstaben A bis H bezeichnet sind. Auf diesen Profillinien wurden an 25 verschiedenen Stellen, die auf der Karte gekennzeichnet und durchlaufend nummeriert sind, mit einem Hand-Tellerbohrer Bohrungen bis zu 2 m Tiefe durchgeführt. Von den sich ergebenden verschiedenen Bodenschichten würden Proben genommen und der mechanischen Untersuchung (Schlämmanalyse) unterworfen.

2. Die Bodenschichten.

Es seien nun zunächst die verschiedenen Bodenschichten, die bei den Bohrungen aufgeschlossen wurden, kurz charakterisiert, und daran soll eine Gesamtbeurteilung der Bodenschichten unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Schlämmanalysen (Seite 24—30) angeschlossen werden.

Profillinie A: Auf dieser Profillinie wurden 4 Bohrungen vorgenommen. Das Bohrloch 1 liegt am Südrande des Planes I. Die Ackerschicht hat hier eine Mächtigkeit von 30 cm und stellt einen mittelfein- bis feinkörnigen Sand von grauer Farbe (sog. Senkelboden) dar. Darunter folgt eine Schicht mittelfeinkörnigen Sandes von dunkelbrauner Farbe, die bei 48 cm Tiefe in eine Schicht von grobkörnigem Sand übergeht; diese reicht bis zu 110 cm und ist von Eisenschnüren durchsetzt. Von 110—125 cm befindet sich ein grauer lehmiger Sand mit 25,1 % abschlämmbaren Bestandteilen und darunter bis 200 cm Tiefe ein hellgelber grobkörniger Sand. — Die Schicht des grauen lehmigen Sandes (Senkel) tritt nur örtlich auf, denn bei dem Bohrloch 2 am Nordrande desselben Planes treffen wir lediglich dieselbe 30 cm starke Ackerschicht und

darunter bis zu 200 cm Tiefe einen gelben feinkörnigen Sand an. Der Untergrund des Planes I ist also an den zwei angebohrten Stellen recht unterschiedlich, doch machen sich diese Unterschiede bei der Bewirtschaftunng und den Erträgen nicht bemerkbar. — Das Bohrloch 3 befindet sich auf der Wiese F. Hier ist die Oberschicht nur 12 cm stark und stellt einen feinkörnigen Sand dar. Darunter befindet sich bis zu 120 cm ein dunkelgrauer humoser und stark eisenschüssiger Sand von feinem Korn, an den sich eine Schicht von schwarzem, humosem und grobkörnigem Sande mit einzelnen hellen Sandschnüren anschließt. In dieser Schicht wie auch in der folgenden finden sich ziemlich zahlreiche Pflanzenreste vor, die in der Hauptsache wohl von Erlenwurzeln herrühren. Der Rand des Reitbaches ist noch jetzt mit Erlen bestanden. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Reitbachweiden in früheren Zeiten eine ammoorige versumpfte Niederung gewesen sind. In 152—200 cm Tiefe tritt ein schiefergrauer feinkörniger Sand auf. Diese schiefergraue Schicht trifft man bei vielen Bohrlöchern als unterste Lage wieder, allerdings ist ihre Korngröße an den einzelnen Stellen teilweise unterschiedlich. — Das Bohrloch 4 liegt auf dem ehemaligen Ackerplane IV, der zur Zeit als Weide genutzt wird. Der Plan liegt etwa 0,5—1 m höher als die Wiesen F. und E. Auf die frühere Verwendung als Acker deutet die Stärke der Oberschicht von 25 cm hin; sie besteht aus mittelfeinkörnigem Sand von dunkelgrauer Farbe. Darunter befindet sich ein dunkelbrauner schluffiger Sand von derselben Korngröße. Die anschließende Schicht bis zu 182 cm besteht aus einem feinkörnigen gelben Sand, der mit weißem Senkel durchsetzt ist. Bis zu 200 cm haben wir dann feinkörnigen schiefergrauen Senkel wie bei Bohrloch 3.

Profillinie B: Bohrloch 5 auf der Weide B befindet sich an einer Stelle, an der bei der Planierung der Weide im Jahre 1918 etwa 1 m Boden abgetragen wurde, wobei die oberste 15—20 cm dicke Schicht auf die abgetragene Fläche zurückgebracht wurde. Man beobachtet hier eine Oberschicht von 15 cm Stärke von mittelfeinkörnigem Sand; es folgt ein feinkörniger, brauner, humoser Sand bis 50 cm Tiefe, an den sich gelber, mittelfeinkörniger, schluffiger Sand bis 150 cm anschließt. Die unterste Schicht ist grobkörnig, schluffig und

von weißer Farbe. — Am Südrande des Planes II liegt das Bohrloch 6 mit einer Ackerschicht von 25 cm Stärke aus mittelfeinkörnigem grauem Sand. Darunter befindet sich eine 10 cm starke Schicht, von dunkelbraunem, schluffigem, mittelfeinkörnigem Sande, daran anschließend ein gelber, schluffiger Sand von grobkörniger Struktur. Es folgt von 82—183 cm weißer Senkel, durchsetzt mit gelbem, feinem bis mittelfeinem Sand. Den Abschluß bildet bei Bohrloch 6 wieder der schiefergraue, feinkörnige Senkel. — Das Bohrloch 7 befindet sich ebenso wie Bohrloch 3 in den Reitbachweiden. Wir beobachten dieselbe Aufeinanderfolge der Schichten wie bei letzterem Bohrloch, doch ist deren Mächtigkeit von denen bei 3 unterschieden. Auch hier treffen wir in den mittleren Schichten zahlreiche Reste von Erlenwurzeln an und finden als unterste Lage ebenfalls schiefergrauen, feinkörnigen Senkel. — Ein ganz anderes Bild ergab die Bohrung auf dem Ackerplan VIII, der zur Zeit als Weide bewirtschaftet wird. Zunächst finden wir eine Oberschicht von 20 cm Tiefe. Dann folgt heller, schluffiger Sand mit Ortsteinbildung, woran sich bis zu 110 cm ein gelber schluffiger Sand anschließt, der ebenso wie die darüberliegende Schicht eine grobkörnige Struktur aufweist. Noch grobkörniger ist die Schicht von 110—125 cm, die sich auch durch ihr okerfarbiges Aussehen von den übrigen Schichten deutlich abhebt; sie besteht aus eisenschüssigem, schluffigem Sand. Bis 200 cm liegt hellgrauer Senkel von feinkörniger Struktur. In größerer Tiefe ist hier zweifellos wieder schiefergrauer Senkel anzutreffen, was ja auch die Farbe und Korngröße der untersten Schicht andeutet.

Profillinie C: In dieser Linie wurden nur Bohrungen in dem nördlichsten Teile des Geländes ausgeführt. Das südliche Bohrloch 9 findet sich an der Grenze von Plan XII und XIII. Die drei verschiedenen Schichten dieser Bohrung werden nach unten zu grobkörniger, so daß sich eine Staffelung von mittelfeinkörnig bis sehr grobkörnig ergibt. Die Ackerschicht zeigt eine graugelbe Farbe, die auf den Plänen XII, XIII und XIV übereinstimmend ist. Die genannten Pläne weichen in ihren Bodenverhältnissen wesentlich von den übrigen Ackerflächen ab. Sie haben infolge ihrer niedrigeren Lage eine mangelhafte Vorflut und bestehen aus einer etwas bindi-

geren Bodenart als die übrigen Ackerflächen des Versuchsgutes. Die unterste Schicht bei Bohrloch 9 ist ein hellgrauer, sehr schwach schluffiger Sand. — Am Südrande der Weide G liegt das Bohrloch 10. Es finden sich hier 4 verschiedene Schichten vor, von denen die oberste grobkörnig, die beiden mittleren feinkörnig und die unterste wieder grobkörnig ist. Alle Schichten bestehen aus schluffigen Sanden. Die unterste weist wieder eine schiefergraue Farbe auf, doch ist ihre Korngröße von den bisher beschriebenen schiefergrauen Schichten, die ausgesprochen feinkörnig waren, wesentlich unterschieden.

Profillinie D: Ungewöhnlich zahlreiche Schichten weist das Bohrloch 11 auf; es liegt an einer geneigten Geländestelle in unmittelbarer Nähe des Reitbaches. Die Ackerschicht von 20 cm Stärke hat eine dunkelgraue Farbe, die bei den Bohrlöchern 12, 15 und 16 die gleiche ist. Darunter befindet sich eine braune humose Schicht, die bis zu 50 cm reicht und von der oben beschriebenen, früheren Plaggenwirtschaft herrührt. Diese Schicht reicht bei Bohrloch 12 bis 78 cm, bei Bohrloch 15 bis 110 cm und bei Bohrloch 16 bis 88 cm Tiefe. Unter dieser Plaggensandschicht folgt dann bei Bohrloch 11 zunächst ein gelber, schluffiger Sand mit Eisenschnüren von grobkörniger Sturktur, der einen erheblichen Prozentsatz an abschlämmbaren Bestandteilen aufweist. Es bereitet sich darin die zwischen 100 und 125 cm liegende Schicht von lehmigem Sand vor, die durch die Schlämmanalyse deutlich als solche gekennzeichnet ist; sie enthält 42,8 % abschlämmbare Bestandteile. — Eine ganz ähnliche Schichtung finden wir bei dem Bohrloch 12, doch besitzt hier der lehmige Sand nur 20,5 % Abschlämmbares. — Das Bohrloch 13 befindet sich am Südrande des Planes IX, der etwa 0,6 m tiefer als Plan VII liegt. Der Höhenunterschied ist auf die erwähnte Plaggenwirtschaft zurückzuführen. Der Plan IX war bis vor etwa 30 Jahren mit Wald bestanden. Die Ackerschicht auf diesem Plan ist mittelfeinkörnig und von grauer Farbe. Es folgt gelber Sand mit weißem Senkel, der bei 108 cm ganz in weißen Senkel übergeht. Die mittlere Schicht ist mittelfein-, die unterste feinkörnig. — Das nächste Bohrloch 14 liegt am Südrande des Planes XV, dessen westlicher Teil in der Ackerschicht den Plänen XII bis XIV ähnlich und von grau-

gelber Farbe ist. Unter der Ackersicht liegt schluffiger mittelfeinkörniger Sand mit rund 12 % abschlämmbaren Bestandteilen. Von 75—178 cm trifft man einen grobkörnigen grauweißen Sand mit nur 2,75 %, und darunter einen schiefergrauen, grobkörnigen Sand mit 13,7 % abschlämmbaren Bestandteilen an.

Profillinie E: Das südlichste Bohrloch 15 dieser Profillinie liegt am Nordrande des Planes V, es weist naturgemäß in der Acker- und Plaggenschicht dieselben Eigenschaften wie die Bohrlöcher 11 und 12 auf. Unter diesen beiden Schichten liegt ein schluffiger, graubrauner und ziemlich feinkörniger Sand mit einigen Eisenschnüren, der verhältnismäßig wenig abschlämmbare Bestandteile enthält. Als unterste Lage tritt ein hellgelber Sand mit Eisenschnüren auf, der im übrigen fast dieselbe Korngröße wie der darüberliegende besitzt. — Das Bohrloch 16 liegt ebenfalls auf dem sog. Esch, unter welchem Namen die höher gelegenen Pläne V, VI und VII zusammengefaßt werden. Auch hier finden wir wieder dieselben beiden oberen Schichten wie bei den anderen auf dem Esch gelegenen Bohrlöchern. Es folgt dann schluffiger, gelber Sand mit Eisenschnüren von mittelfeinkörniger Beschaffenheit bis zu 151 cm Tiefe und darunter ein feinkörniger, weißer und eisenschüssiger Sand. Von 163—200 cm tritt schluffiger gelber Sand von mittelfeinkörniger Struktur auf. Bohrloch 17 auf dem Plan IX hat die gleiche Ackerschicht wie Bohrloch 13 desselben Planes, dagegen sind die unteren Schichten von denen bei letzterem verschieden. Zunächst finden wir bei 28—95 cm hellgelben, eisenschüssigen Sand, der mittelfeinkörnige Beschaffenheit hat. Daran schließt sich ein eisenschüssiger, feinkörniger weißer Senkel an, und den Abschluß bildet hellgelber, mittelfeinkörniger und schluffiger Sand. — Gänzlich andere Verhältnisse trifft man bei Bohrloch 18 in der Südostecke des Planes XV an. Die östlichen Teile der Pläne XV und XVI waren bei der Übernahme des Gutes durch die Landwirtschaftskammer noch Heide und sind erst im Jahre 1918 mit dem Dampfluge umgebrochen und dann kultiviert worden. Die humusreiche, schwarze Ackerschicht hat bei Bohrloch 18 20 cm Stärke und ist von mittelfeinkörniger Struktur. Darunter finden wir bis zu 40 cm Tiefe den für Heideböden typischen, grauschwarzen Bleichsand, der eine

recht grobkörnige Beschaffenheit aufweist. Noch grobkörniger ist die Schicht des braunen Ortsteins, der sich in einer Stärke von 20 cm anschließt. Ganz ungewöhnlich grobkörnig ist dann der folgende schluffige, gelbe Sand, der bis zum Ende des Bohrloches auftritt.

Profillinien F und G: Als erstes auf der Profillinie F liegt Bohrloch 19 am Südrande des Planes XVIII. Es stimmt in Bezug auf Stärke und Struktur der Schichten genau mit dem östlich davon gelegenen Bohrloch 22 desselben Planes der Profillinie G überein, weshalb beide zusammen behandelt werden sollen. Die Ackerschichten sind von grauer Farbe und haben mittelfeinkörnige Beschaffenheit. Dann folgt dunkelbrauner, schwach humoser Sand derselben Struktur und als Abschluß von 75—200 cm Tiefe ein grobkörniger, gelber und schluffiger Sand. — In der Nordwestecke desselben Planes XVIII liegt Bohrloch 20, das von den beiden zuletzt genannten Bohrungen in den unteren Schichten deutlich unterschieden ist. Die beiden oberen Schichten stimmen dagegen im wesentlichen mit denen von Bohrloch 19 und 22 überein; die zweite Schicht ist allerdings ein wenig grobkörniger. Von 80—130 cm findet sich ein sehr grobkörniger, braungelber und schluffiger Sand, an den sich bis 151 cm weißer Senkel mit Eisenschnüren von feinkörniger Beschaffenheit anschließt. Als unterste Schicht tritt schwach schluffiger Sand von gelbbrauner Farbe und mittelfeinkörniger Struktur auf. — In der Nordostecke desselben Planes XVIII liegt dann noch das Bohrloch 23 auf der Linie G, dessen drei Schichten von denen der übrigen auf diesem Plane vorgenommenen Bohrungen 19, 20 und 22 wiederum verschieden sind. Die Ackerschicht hat zwar dieselbe graue Farbe, aber eine grobkörnige Beschaffenheit. Die zweite Schicht, die ebenfalls die gleiche Farbe wie die entsprechende Schichten bei den Bohrlöchern 19, 20 und 22 aufweist, unterscheidet sich von ihnen durch den verhältnismäßig geringen Prozentsatz an abschlämmbaren Bestandteilen. Die unterste Schicht besteht aus sehr grobkörnigem, gelbem, schluffigem Sand. Die auf verhältnismäßig engem Raume verteilten 4 Bohrlöcher des Planes XVIII weisen also mit Ausnahme der Bohrlöcher 19 und 22 beträchtliche Verschiedenheiten in den einzelnen Schichten untereinander auf, jedoch machen sich diese

bei der Bearbeitung und den Erträgen des Planes nicht besonders bemerkbar. — Eine gewisse Ähnlichkeit zeigen die Bodenverhältnisse von Bohrloch 21 auf der Linie F mit denen von Bohrloch 18; beide liegen ja auf ehemaligem Heideboden. Bei Bohrloch 21 auf Plan XX, der schon in längerer Kultur steht, fehlt die Schicht des grauschwarzen Bleichsandes, außerdem ist die Ackerschicht von grobkörniger Struktur; dagegen sind die beiden unteren Schichten fast dieselben wie bei Bohrloch 18. Von 27—35 cm liegt brauner, schluffiger, sehr grobkörniger Sand mit Ortsteinbildung. Eine noch grobkörnigere Beschaffenheit weist die Schicht von 35—200 cm auf, die genau wie bei Bohrloch 18 aus gelbem schluffigem Sande besteht.

Profillinie H: Ganz anders gearteten Verhältnissen stehen wir in dieser Linie bei dem Bohrloch 24 in der Aawiese gegenüber. Während der gesamte Boden des Versuchsgutes sonst dilluvialen Ursprunges ist, treten hier Schichten von vermutlich alluvialem Charakter auf. In einer Tiefe von 107 bis 137 cm finden wir einen schwarz-grauen Lehm mit Senkel, der ganz frei von Pflanzenresten ist; dagegen weisen die beiden darunter liegenden Schichten, deren erste aus grauschwarzem, schwach humosem, schluffigem Sand und deren zweite aus schiefergrauem, schluffigem Sande besteht, sehr zahlreiche Pflanzenreste auf. Es liegt also die Vermutung nahe, daß die unteren beiden Schichten dilluvialen Charakter haben, zumal ja auch der schiefergraue Sand, der an vielen anderen Stellen ebenfalls gefunden wurde, als unterste Lage auftritt. Dagegen scheinen die über diesen beiden Schichten lagernden Erdmassen im Laufe der Jahre von der Aa angeschwemmt zu sein. Die Oberschicht ist 18 cm stark, dunkelgrau und feinkörnig. Bis zu dem Lehm werden die Schichten nun immer feinkörniger, um sich unterhalb desselben wieder etwas zu vergröbern. Die zweite Schicht reicht bis 75 cm und besteht aus dunkelbraunem, schluffigem Sand; es folgt dann bis zum Lehm ein stark eisenschüssiger dunkelgrauer Sand, der von schluffiger Beschaffenheit und bereits mit etwas Lehm durchsetzt ist. Sämtliche Schichten dieses Bohrloches haben einen ungewöhnlich hohen Prozentgehalt an abschlämmbaren Bestandteilen. — Die alluvialen Gebilde scheinen sich nur in unmittelbarer Nähe der Aa zu finden, denn bei dem Bohrloch 25, das von dem Flusse

etwas entfernter liegt, sind sie nicht mehr vorhanden. Das Bohrloch ist etwas höher auf einem Acker gelegen, in welchen ein kleiner Teil der Wiese zur Zeit umgewandelt ist. Auf der Karte ist er als solcher noch nicht gekennzeichnet. Die Ackerschicht ist 30 cm stark, dunkelgrau und von feinkörniger Beschaffenheit. Es schließt sich bis 120 cm Tiefe ein dunkelbrauner schluffiger Sand an, unter dem sich bis 200 cm hellgelber schluffiger Sand mit Senkel befindet. Die beiden unteren Schichten enthalten verhältnismäßig viel, nämlich 10,5 und 24,7 % abschlämmbare Bestandteile.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß sich am Westrande der Wiesen an der Aa unter dem Einflusse des Druckwassers des anstoßenden höher gelegenen Geländes geringe Bildungen von Niederungsmoor finden.

3. Grundwasserstand.

An acht verschiedenen Stellen des Geländes, die sich mit ebensoviel Bohrlöchern decken, wurden an den in der Karte (am Schluß) bezeichneten Stellen eiserne Wasserstandsrohre bis zur Tiefe von 2 m eingelassen. Die Rohre sind seitlich von 1—2 m Tiefe mit einigen kleinen Löchern versehen und am unteren Ende, um das Eindringen von Schlamm zu verhindern, mit einem grobmaschigen Tuche zugebunden. Die Wasserstände in den einzelnen Rohren wurden zweimal im Monate gemessen und durch entsprechende Kurven in die beigegebene Wasserstandskarte (S.65) eingezeichnet. Desgleichen ist die Höhenlage der einzelnen Rohre, auf den Amsterdamer Pegel bezogen, in der Karte angegeben. Bei der Zeichnung der Kurven wurde eine für alle Rohre gleiche Nullinie angenommen. Im oberen Drittel der Karte sind die Daten der einzelnen Messungen eingetragen, sowie die Niederschlagsmengen an den einzelnen Tagen in mm graphisch dargestellt worden. Beim Betrachten der Karte fällt eine deutliche Abhängigkeit der Wasserstandshöhe von den Niederschlagsmengen sofort ins Auge, jedoch ist das Maß des Grundwasseranstieges bezw. -abfalles in den einzelnen Rohren ziemlich unterschiedlich. Die Gründe dieser Erscheinung sollen im Folgenden an Hand der Geländekarte und der Wasserstandskurven besprochen werden. Einen ziemlich gleichmäßigen Verlauf zeigen die Kurven der Rohre I, III und VIII. Es ist dies

zweifellos darauf zurückzuführen, daß sich in unmittelbarer Nähe dieser Rohre Abzugsgräben bezw. der Reitbach befinden, die einen regulierenden Einfluß auf den Grundwasserstand ausüben. Selbst die sehr niederschlagsreichen Tage vor dem 8. Januar 1925 haben nur ein verhältnismäßig geringes Ansteigen des Grundwassers in diesen Rohren bewirkt. Am deutlichsten ist der Anstieg im Rohre I, was durch eine stellenweise Verkrautung des Abzugsgrabens und die dadurch bedingte weniger gute Ableitung des Wassers begründet ist. Auf den ersten Blick wird es überraschen, daß der Wasserstand im letztgenannten Rohre am 2. Februar ein weiteres Absinken gegenüber der vorhergehenden Messung aufweist, während in allen anderen Rohren mit Ausnahme von VIII, in dem die Wasserhöhe dieselbe blieb, ein deutliches wenn auch nur leichtes Ansteigen des Grundwassers bemerkbar ist. Diese Erscheinung hat den sehr einleuchtenden Grund, daß der fragliche Abzugsgraben an den der Messung vorangehenden Tagen einer gründlichen Reinigung unterzogen worden war. Zwar ist auch der Graben beim Rohre III an denselben Tagen gereinigt worden, doch ist dieser bedeutend tiefer und hat bessere Vorflutverhältnisse, als der erstgenannte Graben, sodaß der Abfluß des Wassers auch vor der Reinigung ein hinreichend guter war. Den gleichmäßigsten und gleichzeitig tiefsten Verlauf zeigt die Kurve des Rohres VIII, das etwa 10 m vom Reitbach entfernt liegt. Das Gelände zeigt vom Rohre bis zum Reitbach einen verhältnismäßig sehr starken Abfall. Der Höhenunterschied zwischen der Erdoberfläche beim Rohre und der Sole des Reitbaches beträgt etwa 2 m. Durch diesen starken Abfall ist die Tiefe des Grundwasserspiegels, sowie der gleichmäßige Verlauf der Kurve zu erklären. Die Rohre IV, V, VI und VII liegen nicht in der Nähe von Wasserläufen oder Abzugsgräben, wodurch der teilweise sehr beträchtlich schwankende Verlauf ihrer Grundwasserkurven in der Hauptsache bedingt wird. Der Wasserstand in den Rohren V, VI und VII ist in den Monaten November und Dezember, die wenig Niederschläge zu verzeichnen hatten, verhältnismäßig sehr niedrig, um dann aber im Januar bedeutend emporzuschnellen. Vom 19. Januar an zeigt sich bei allen Rohren ein verhältnismäßig hoher und ziemlich regelmäßiger Verlauf der Kurven. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß die Nieder-

schläge nach dem 19. Januar recht zahlreich und ziemlich gleichmäßig auf die einzelnen Tage verteilt waren. Es könnte zunächst merkwürdig erscheinen, daß die Wasserstände in den Rohren V und VI, die auf demselben Plane und nur 100 m voneinander entfernt liegen, so sehr verschieden sind. Der Grundwasserspiegel lag während der ganzen Messungsperiode in Rohr V nicht unbeträchtlich höher als in Rohr VI. Diese Tatsache dürfte einmal dadurch zu erklären sein, daß sich in unmittelbarer Nähe des Rohres V ein versumpftes Gelände befindet und wir außerdem in einer Tiefe von 130—150 cm einen feinkörnigen Senkel mit 12 % abschlämmbaren Bestandteilen antreffen, welche beiden Umstände einen weniger guten Abfluß des Wassers bedingen. Andererseits liegt das Rohr VI in der Nähe der Landstraße Münster-Greven, jenseits welcher ein starker Abfall des Geländes zur Aa hin stattfindet, ferner besteht an dieser Stelle der Untergrund aus mittelfeinem bis sehr grobkörnigem Sande. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch der starke Abfall des Geländes jenseits der Landstraße bereits einen Einfluß auf den Wasserstand im Rohre VI ausübt. Am 8. Januar erreichte das Grundwasser seinen höchsten Stand im Rohre IV, während den durchschnittlich höchsten Wasserstand das Rohr II aufweist. Der Plan XIII, an dessen Südrande sich das Rohr IV befindet, hat ebenso wie die Pläne XII und XIV, wie bereits oben erwähnt wurde, eine sehr feuchte Lage. Außerdem sind die Vorflutverhältnisse hier keine günstigen. Daß trotzdem der durchschnittliche Grundwasserspiegel nicht so hoch lag wie beim Rohre II ist vielleicht auf die grobkörnige Struktur des Untergrundes zurückzuführen, die ein leichteres Absinken des Wassers ermöglicht, dann auch auf die höhere Lage dieser Ackerpläne gegenüber den Reitbachweiden, auf denen sich das Rohr II befindet. Die Kurve dieses Rohres zeigt einen gleichmäßigen, jedoch sehr hohen Verlauf. Die Gleichmäßigkeit ist sowohl auf die Nähe des Reitbaches als auch auf den Umstand zurückzuführen, daß die Reitbachweiden drainiert sind. Daß der Grundwasserspiegel trotzdem sehr hoch liegt, ist einerseits bedingt durch die verhältnismäßig niedrige Lage der Reitbachweiden, die infolgedessen dem Einflusse des Druckwassers der anstoßenden höher liegenden Ackerpläne unterliegen, andererseits durch die sehr feinkörnige Struktur des

Untergrundes, der einen hohen Prozentsatz an abschlämmbaren Bestandteilen aufweist. Weitere Gründe sind vielleicht auch darin zu sehen, daß einmal der Boden der Weiden an sich schon eine größere Kapillarität besitzt als derjenige von Ackerplänen, andererseits der Reichtum des Bodens der Reitbachweiden an abschlämmbaren Besandteilen naturgemäß eine erhöhte Kapillarität bedingt.

Zusammenfassend kann man von den Grundwasserständen in den einzelnen Rohren sagen, daß bei den geringen Höhenunterschieden im Gelände, wie sie wenigstens auf dem Teile des Versuchsgutes zu verzeichnen sind, auf dem sich die Wasserstandsrohre befinden, die Unterschiede in der Höhe des Grundwasserspiegels bei den meisten Rohren durch die Vorflutverhältnisse zu erklären sind. Ein gewisser Einfluß ist der Beschaffenheit des Untergrundes nicht abzusprechen; ferner kommt auch ein besonders starker Geländeabfall in der Höhe des Grundwassers zum Ausdruck. Seine allgemeine Höhe hängt verhältnismäßig stark von den Niederschlagsmengen ab und ändert sich daher innerhalb weniger Tage mit der Stärke der Niederschläge in mehr oder minder großem Maßstabe.

II. Bodenuntersuchungen.

Die Ackerschichten und die Schichten im Untergrunde der verschiedensten Pläne des Gutes wurden einer eingehenden mechanischen und chemischen Untersuchung unterzogen. Zunächst sei eine allgemeine Erläuterung über die Bodenbeschaffenheit des Gutes wiedergegeben, wie sie in dem ersten Berichte über das Versuchsgut Sprakel[1]) veröffentlicht ist:

Man kann unter den Böden des Versuchsgutes vier verschiedene Arten unterscheiden:

1) Mäßig humose, feinkörnige Sandböden in frischer Lage von grauer Farbe, umfassend die Pläne I—IV, VIII—XI, XVIII und XIX, ferner die Weiden A und B, im ganzen rund 15 ha. Im feuchten Zustande neigt dieser Boden bein Pflügen zur Bildung von Klumpen, die aber verhältnismäßig locker sind und bei der weiteren Bearbeitung leicht zerfallen. Die wasserhaltende Kraft des Obergrundes beträgt 27—29%, die des Unter-

[1]) Erster Bericht über das Versuchsgnt Sprakel über die Jahre 1917 bis 1920. Heft 29 der Veröffentlichungen der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westfalen. Münster i. W. 1921 S. 12—15.

grundes 20—28%. Die Ackerschicht ist etwa 20 cm stark, worauf ein hell bis dunkelbrauner, in der obersten Schicht stellenweise stark eisenschüssiger, mehr oder weniger fester Sand folgt; eigentliche Ortsteinbildungen sind jedoch nicht vorhanden. Die chemische Analyse lieferte die in Tabelle 1 aufgeführten Ergebnisse.

Hiernach war der Boden von Plan I und II bei der Übernahme des Gutes stark sauer und der Kalkgehalt nur sehr gering (0,065 und 0,069%); der Boden von Plan IX dagegen, der im Jahre 1917 eine Gabe von 5 dz Kalkmergel je ha erhalten hatte, war 1918 weit weniger sauer und hatte 0,138% Calciumoxyd.

2) Humose feinkörnige Sandböden von dunkelgrauer Farbe, umfassend die Pläne V, VI und VII, im ganzen rund 7 ha. Diese Pläne die den zwischen der Eisenbahn und dem Gutshofe gelegenen sog. Esch bilden, sind gekennzeichnet durch eine 0,5—1 m starke dunkelgraue, feinkörnige Sandschicht von der sich die Ackerkrume nur wenig abhebt. Dieser Boden in ziemlich trockener Lage ist ein Produkt der von altersher im Münsterlande betriebenen „Plaggenwirtschaft", bei der jahraus jahrein aus den Heiden das Heidekraut mit einem Teile des Heidebodens mittels der Plaggenhacke abgehackt, als Einstreu in die Ställe und dann mit dem Dünger auf die alten Ackerländereien gebracht wurde. Auf diese Weise ist der Acker im Laufe der Jahrhunderte langsam erhöht worden, wobei sich allmählich die 0,5 –1 m starke dunkelgraue, feinkörnige, mit organischen Resten durchsetzte Sandschicht gebildet hat. Daß die Plaggenwirtschaft die Ursache dieser Bodenbildung ist, erkennt man deutlich daran, daß sich unter dieser Sandschicht die gleichen Bodenschichten finden, wie sie auf dem nebenliegenden Plane IX zu Tage liegen, der bis vor 25 Jahren mit Wald bestanden war, daher offenbar keinen Plaggendünger erhalten hatte und infolgedessen etwa 1 m tiefer liegt als die Eschländereien; die Grenze zwischen den Plänen VII und IX verläuft vollkommen gradlinig. Die Untersuchung einer im Jahre 1921 von der Südwestecke des Planes VII entnommenen Bodenprobe lieferte folgende Ergebnisse: Über 1 mm 0,40; 1—0,5 mm 1,95; 0,5—0,25 mm 16,90; 0,25 -0,1 mm 54,60; 0,1—0,05 mm 14,54; 0,05—0,01 mm 6,20; unter 0,01 mm 5,45%.

Die chemische Analyse dieser Eschböden lieferte die in Tabelle 2 auf Seite 19 aufgeführten Ergebnisse.

3) Humose Heidesandböden von schwarzer Farbe, umfassend die Pläne XVII nnd XX sowie den östlichen Teil der Pläne XV und XVI und die Weide H, zusammen rund 3,5 ha. Bei diesem Boden handelt es sich um typischen humosen Heidesandboden, in dessen Untergrund bei 0,13—0,5 m Tiefe sich mehr oder weniger fester brauner Ortstein von 10—20 cm Stärke findet, der auf Plan XV und XVI mittels des Dampfpfluges und auf Plan XVII mit Hilfe des Untergrundpfluges durchbrochen wurde. Die chemische Analyse dieses Bodens von Plan XVII lieferte die in Tabelle 3 auf Seite 20 aufgeführten Ergebnisse.

Tabelle 1.

Nr.	Plan (Zeit der Untersuchung)	Bezeichnung	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Stickstoff %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kali (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Calciumoxyd, in Chlorammonium löslich %	Reaktion (p_H)	Wasserhaltende Kraft %
			In der Trockensubstanz									
1	I (1916)	Obergrund (0—0,20)		3,82	0,193	0,065	0,084	0,027	0,076	—	sauer	—
2		Untergrund (0,20—0,90)		2,63	0,130	0,050	0,075	0,010	0,044	—	„	—
3	II (1916)	Obergrund (0—0,20)		4,15	0,187	0,069	0,082	0,021	0,088	—	„	—
4		Untergrund (0,20—0,60) Nordseite (hellbraun)		2,47	0,122	0,041	0,058	0,007	0,020	—	„	—
5		Untergrund (0,20—0,60) Südseite (dunkelbraun)		3,48	0,155	0,040	0,032	0,007	0,040	—	„	
6	II (1921)	Obergrund (Mitte des Planes)	1,11	3,84	0,159	0,150	0,079	0,042	0,070	—	sauer (4,7)	—
7	IX (1918)	Obergrund	2,31	2,59	0,138	0,183	0,058	0,059	0,072	0,100	sehr schwach sauer (5,5)	27,5
8		Untergrund	0,94	2,38	0,081	0,073	0,053	0,048	0,042	—	mäßig sauer (4,9)	20,6
9	X (1918)	Obergrund	1,22	3,82	0,143	0,113	0,070	0,051	0,095	0,052	sauer (4,7)	27,5
10		Untergrund	3,22	2,46	0,078	0,110	0,058	0,043	0,045	—	mäßig sauer (4,9)	—

Tabelle 2.

Nr.	Plan (Zeit der Untersuchung)	Bezeichnung	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Stickstoff %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kali (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Calciumoxyd, in Chlorammonium löslich %	Reaktion (p_H)	Wasserhaltende Kraft %
1	VI u. VII (1918)	Obergrund	2,62	3,06	0,153	0,074	0,065	0,055	0.088	0,041	sauer (4,7)	26,8
2		Untergrund	2,07	1,73	0,078	0,067	0,060	0,027	0,072	—	sauer (4,6)	24,7
3	VI (1918)	Obergrund schlechter Kartoffelwuchs	2,28	3,10	0,123	0,047	0,062	0,051	0,086	0,025	sehr stark sauer (3,9)	26,3
4		Untergrund guter Kartoffelwuchs	2,12	3,30	0,139	0,110	0,058	0,065	0,101	0,050	sauer (4,6)	26,9
5	VII (1921)	Obergrund an der SW-Ecke	1,48	3,58	0,171	0,162	0,096	0,051	0,100	--	mäßig stark (5,1)	26,4

Tabelle 3.

Nr.	Plan (Zeit der Untersuchung)	Bezeichnung	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Stickstoff %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kali (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Calciumoxyd, in Chlorammonium löslich %	Reaktion (p_H)	Wasserhaltende Kraft %
1	XVII (1918)	Obergrund	2,28	4,43	0,154	0,135	0,027	0,040	0,032	0,082	sehr schwach sauer (5,3)	33,2
2		Untergrund	1,49	2,09	0,062	0,040	0,030	0,047	0,026	—	stark sauer (4,3)	23,2

4) Lehmiger Sandboden von graugelber bis graubrauner Farbe, umfassend die Pläne XII bis XIV, den westlichen Teil der Pläne XV und XVI und die Weide G, im ganzen rund 6 ha. Die Flächen (Hackebrok) bilden den östlichsten Teil einer größeren lehmig-sandigen Niederung, die sich im „Brok“ in westlicher Richtung bis nahe an den Max-Klemens-Kanal hinzieht und in der Hauptsache aus Weide und Laubwald besteht bezw. früher bestand. Vielfach wechseln auf diesen Flächen sandreiche Partien mit lehmreicheren. Die chemische Analyse lieferte die in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnisse.

Tabelle 4.

Nr.	Plan (Zeit der Untersuchung)	Bezeichnung	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Stickstoff %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kali (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Calciumoxyd, in Chlorammonium löslich %	Reaktion (p_H)	Wasserhaltende Kraft %
1	XIV März (1918)	Obergrund	1,52	2,13	0,089	0,165	0,032	0,042	0,050	0,110	mäßig sauer (4,9)	27,5
2		Untergrund	0,72	0,41	0,025	0,168	0,030	0,016	0,027	—	mäßig sauer (4,9)	22,1
3	XIV Sept. (1918)	Obergrund	3,78	2,20	0,095	0,192	0,034	0,070	0,057	—	fast neutral (6,2)	—
4		Untergrund	2,16	0,78	—	0,175	0,039	0,061	0,037	—	—	—
5	XII (1920)	Obergrund	—	3,18	0,150	0,337	—	0,073	0,086	—	fast neutral (6,2)	—

Die mechanische Analyse des vorstehenden Bodens von Plan XIV lieferte folgende Gehalte: über 1 mm 0,36; 1—0,5 mm 1,40; 0,5—0,25 mm 14,22; 0,25—0,1 mm 55,36; 0,1—0,05 mm 14,37; 0,05—0,01 mm 5,94; unter 0,01 mm 8,35%.

Kalkgehalt nnd Säuregrad des Bodens. Von einzelnen Flächen abgesehen, war der Boden des Versuchsgutes bei der Übernahme durchweg sehr arm an Kalk und reich an Säure. Auf diese beiden Ursachen waren zweifellos die geringen Erträge des Besitzers zurückzuführen und auch nach der Kalkgabe in Form von 50 dz Lengericher Kalkmergel war der hie und da auftretende schlechtere Stand der Früchte durchweg auf Kalkmangel bzw. zu hohen Säuregehalt des Bodens zurückzuführen, wie folgende Zahlen zeigen:

Tabelle 5.

Plan und Frucht	Zeit der Untersuchung	Schlechter Bestand		Guter Bestand	
		Calciumoxyd (CaO) %	Reaktion (p_H)	Calciumoxyd (CaO) %	Reaktion (p_H)
VI Kartoffeln	5. VII. 18.	0,047	sehr stark sauer (3,9)	0,110	sauer (4,6)
VII Roggen	2. V. 19.	—	mäßig sauer (4,8)	—	fast neutral (5,6)
VII Hafer	18. V. 21.	0,080	sehr stark sauer (4,0)	0,201	fast neutral (6,5)

Im Anschlusse an diese Analysen mögen hier noch die Gehalte organischen Stoffen und Kalk und die Säuregrade mitgeteilt werden, die bei der Einleitung eines Kalkdüngungsversuches auf dem südöstlichen Teile des Planes VI zwecks Prüfung der Gleichmäßigkeit des Bodens auf den einzelnen 50 qm großen Parzellen festgestellt wurden. Die Ergebnisse waren, auf die Trockensubstanz berechnet, folgende:

Tabelle 6.

Versuchsparzelle	Organische Stoffe	Calciumoxyd (CaO)	Reaktion (P_H)	Versuchsparzelle	Organische Stoffe	Calciumoxyd (CaO)	Reaktion (P_H)
1	3,75 %	0,061 %	4,1	10	3,42 %	0,055 %	4,2
2	3,84 „	0,053 „	4,0	11	3,48 „	0,053 „	4,2
3	3,79 „	0,056 „	4,0	12	3,40 „	0,050 „	4,2
4	3,84 „	0,062 „	4,1	13	3,46 „	0,057 „	4,2
5	3,60 „	0,058 „	4,0	14	3,83 „	0,048 „	4,2
6	3,75 „	0,048 „	4,0	15	3,70 „	0,049 „	4,0
7	3,98 „	0,057 „	4,0	16	3,75 „	0,068 „	4,0
8	3,81 „	0,068 „	4,0	17	3,76 „	0,052 „	4,0
9	3,64 „	0,051 „	4,0	18	3,49 „	0,065 „	4,2

Der Boden der einzelnen Parzellen hatte demnach eine recht gleichmäßige Beschaffenheit; der Kalkgehalt war sehr niedrig und der Säuregrad sehr hoch.

Zur weiteren Charakterisierung der Böden wurden die Ackerschichten verschiedener Pläne sowie eine größere Anzahl von Schichten aus dem Untergrunde, die nach dem Ergebnis der Schlämmanalysen besondere Eigenschaften erwarten ließen, eingehenden Untersuchungen unterzogen. Unter Berücksichtigung der schon früher ausgeführten Analysen wurden solche Pläne zur Untersuchung ausgewählt, die den verschiedenen Bodenarten des Gutes entsprechen. Die Ergebnisse sämtlicher Untersuchungen der Durchschnittsproben von den Ackerschichten der verschiedenen Pläne sind in den Tabellen 7, 8, 10, 12, 15, 17, 19, 20 mitgeteilt.

1. Untersuchung des Bodens auf seine Gemengteile.

Die bei den Bohrungen erhaltenen Bodenschichten wurden der Schlämmanalyse unterworfen, die in der Weise ausgeführt wurden, daß der lufttrockene Boden zunächst eine Stunde lang mit destilliertem Wasser gekocht und dann in die Schlämmzylinder gebracht wurde. Nach Verlauf von 60 Minuten wurde das überstehende Wasser abgehebert und dies so oft wiederholt, bis das überstehende Wasser nach Ablauf von 60 Minuten vollkommen klar geworden war. Der verbleibende Bodenrest wurde nun an der Luft getrocknet und durch entsprechende Siebe in die einzelnen Fraktionen zerlegt. Das Abgeschlemmte und Verstaubte wurde als Korngröße „unter 0,01 mm“ bezeichnet. Zur Charakterisierung der verschiedenen Bodenschichten wurden 102 Schlämm- und Siebanalysen ausgeführt.

Die Analysenergebnisse sind in der Tabelle 7 auf S. 24—29 aufgeführt.

Tabelle 7. Ergebnisse der mechanischen Bodenanalysen.

Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Beschreibung	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
1.	0—30	Ackerschicht	8,1	73,2	17,4	1,2	0,1
	30—48	dunkelbrauner humoser Sand	4,3	65,3	28,2	2,1	0,1
	48—110	gelbbrauner Sand mit Eisenschnüren	3,4	51,1	41,3	4,0	0,2
	110—125	grauer lehmiger Sand	25,1	46,8	23,3	4,4	0,4
	125—200	hellgelber Sand	7,4	51,2	38,7	2,6	0,1
2.	0—30	Ackerschicht	9,0	70,7	18,7	1,5	0,1
	30—200	gelber Sand	3,5	82,5	13,8	1,8	0,0
3.	0—12	Ackerschicht	5,4	81,7	11,3	1,5	0,1
	12—120	dunkelbrauner humöser eisenschüssiger Sand	10,0	85,9	3,8	0,3	0,0
	120—152	schwarzer humoser Sand mit hellen Sandschnüren und Pflanzenresten	1,9	63,2	29,6	5,0	0,3
	152—200	schiefergrauer Senkel	6,4	81,2	10,2	2,0	0,2
4.	0—25	Ackerschicht	6,5	77,0	14,8	1,6	0,1
	25—45	dunkelbrauner schluffiger Sand	5,7	78,1	14,8	1,3	0,1
	45—182	gelber Sand mit weißem Senkel	12,8	79,5	7,1	0,6	0,0
	182—200	schiefergrauer Senkel	9,2	80,5	8,9	1,3	0,1
5.	0—15	Ackerschicht	7,4	77,5	13,6	1,4	0,1
	15—50	brauner humoser Sand	5,7	86,7	6,9	0,6	0,1
	50—150	gelber schluffiger Sand	3,6	76,9	17,9	1,5	0,1
	150—200	weißer schluffiger Sand	6,7	61,9	27,4	3,2	0,8

Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Beschreibung	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
6.	0—25	Ackerschicht	7,6	73,2	17,2	1,8	0,2
	25—35	dunkelbrauner, schluffiger Sand	8,4	77,4	12,2	1,9	0,1
	35—82	gelber, schluffiger Sand mit Eisenschnüren	7,1	59,8	27,6	5,3	0,2
	82—183	weißer Senkel mit gelbem Sand	17,9	75,4	5,7	1,0	0,0
	183—200	schiefergrauer Senkel	13,6	83,7	2,5	0,2	0,0
7.	0—12	Ackerschicht	5,3	74,8	17,5	2,3	0,1
	12—40	dunkelgrauer, eisenschüssiger, humoser Sand	21,0	74,0	4,7	0,3	0,0
	40—145	schwarzer, humoser Sand mit hellen Sandschnüren und Pflanzenresten	3,4	72,6	22,0	1,7	0,3
	145—200	schiefergrauer Senkel	6,4	83,8	8,8	0,9	0,1
8.	0—20	Ackerschicht	8,2	71,8	17,3	2,4	0,2
	20—45	hellgelber, schluffiger Sand mit Ortstein	4,5	67,1	23,8	4,4	0,2
	45—110	gelber, schluffiger Sand	7,4	55,1	30,9	6,4	0,2
	110 125	okerfarbiger, eisenschüssiger, schluffiger Sand	16,3	16,1	61,1	6,4	0,1
	125—200	hellgrauer Senkel	14,6	83,1	2,1	0,2	0,0
9.	0—25	Ackerschicht	6,7	74,7	16,6	1,9	0,1
	25—77	gelber, schwach schluffiger Sand	3,2	56,5	37,0	3,1	0,2
	77—200	hellgrauer, sehr schwach schluffiger Sand	4,3	36,4	54,1	5,1	0,1
10.	0—20	Ackerschicht	6,2	69,9	21,3	2,5	0,1
	20—65	gelber, schluffiger Sand	7,6	87,0	5,1	0,3	0,0
	65—170	graugelber, schluffiger Sand	8,0	84,3	8,6	0,1	0,0
	170—200	schiefergrauer, schluffiger Sand	5,8	69,5	23,9	0,8	0,0

Fortsetzung von Tabelle 7.

Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Beschreibung	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
11.	0—25	Ackerschicht	8,1	71,8	17,4	2,4	0,3
	25—50	dunkelbrauner, humoser Sand	6,1	76,4	16,0	1,4	0,1
	50—100	gelber, schluffiger Sand mit Eisenschnüren	14,9	64,6	18,8	1,6	0,1
	100—125	lehmiger Sand mit Eisenschnüren	42,9	45,9	10,3	0,9	0,0
	125—165	hellgrauer Senkel	14,3	85,2	0,5	0,0	0,0
	165—200	gelber Sand mit etwas Senkel	11,2	76,4	12,1	0,3	0,0
12.	0—20	Ackerschicht	8,3	73,1	16,7	1,8	0,1
	20—78	brauner, schluffiger Sand	5,6	73,7	18,8	1,8	0,1
	78—143	gelber, schwach schluffiger Sand mit Eisenschnüren	4,5	70,9	19,7	4,5	0,4
	143—154	graugelber, lehmiger Sand mit Eisenschnüren	20,5	73,8	4,8	0,8	0,1
	154—170	dunkelgelber, schwachschluffiger Sand mit Eisenschnüren	15,4	76,9	6,4	1,3	0,0
	170—200	hellgrauer Senkel	17,4	81,7	0,7	0,2	0,0
13.	0—30	Ackerschicht	7,2	75,9	15,3	1,4	0,2
	30—108	gelber Sand mit Eisenschnüren und weißen Senkel	12,2	73,5	12,9	1,4	0,0
	108—200	weißer Senkel mit Eisenschnüren	19,8	78,3	1,4	0,5	0,0
14.	0—20	Ackerschicht	7,6	72,7	17,3	2,2	0,2
	20—75	gelber, schluffiger Sand	12,2	66,1	18,0	3,4	0,3
	75—178	grauweißer, schluffiger Sand	2,8	69,0	27,8	0,4	0,0
	178—200	schiefergrauer, schluffiger Sand	13,6	47,9	34,1	4,2	0,2

Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Beschreibung	0,01 < mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
15.	0—30	Ackerschicht	8,2	74,1	15,5	2,0	0,2
	30—100	dunkelbrauner, schwach humoser Sand	6,4	75,9	16,1	1,5	0,1
	100—150	graubrauner, schluffiger Sand mit wenig Eisenschnüren	2,2	82,8	13,5	1,4	0,1
	150 – 200	hellgelber Sand mit Eisenschnüren	2,5	82,8	13,0	1,5	0,2
16.	0—22	Ackerschicht	8,1	74,0	16,3	1,5	0,1
	22—80	brauner, schluffiger Sand	5,7	74 4	18,3	1,5	0,1
	80—151	gelber, schwach schluffiger Sand mit Eisenschnüren	2,0	77,4	18,9	1,6	0,1
	151—163	weißer Sand mit Eisenschnüren	9,4	84,8	5,3	0,5	0,0
	163 – 200	gelber, schluffiger Sand	5,0	79,7	14,5	0,7	0,1
17.	0—28	Ackerschicht	6,9	75,4	16,1	1,5	0,1
	28- 95	hellgelber Sand mit Eisenschnüren	4,4	81,3	13,6	0,7	0,0
	95—100	weißer Senkel mit Eisenschnüren	5,3	91,5	3,1	0,1	0,0
	100—200	hellgelber, schluffiger Sand	5,7	78,4	15,4	0,5	0,0
18.	0—20	Ackerschicht	8,2	71,5	18,3	1,8	0,2
	20—40	grauschwarzer Bleichsand	5,8	65,3	26,8	2,0	0,1
	40—60	brauner Ortstein	3,0	59,4	36,6	1,0	0,0
	60—200	gelber, schluffiger Sand	1,4	39,2	54,7	4,5	0,2

Fortsetzung von Tabelle 7.

Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Beschreibung	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
19.	0—30	Ackerschicht	7,2	73,5	17,3	2,0	0,1
	35—75	dunkelbrauner, schwach humoser Sand	6,6	73,6	17,9	1,8	0,1
	75—200	gelber, schluffiger Sand	1,9	75,0	21,9	1,1	0,0
20.	0—30	Ackerschicht	7,7	71,1	19,0	2,1	0,1
	30—80	dunkelbrauner, schwach humoser Sand	4,5	74,8	18,8	1,7	0,2
	80—130	gelber, schluffiger Sand	2,3	68,4	27,6	1,6	0,0
	130—151	weißer Senkel mit Eisenschnüren	12,5	83,5	3,7	0,3	0,0
	151—200	gelbbrauner, schwach schluffiger Sand	8,2	76,0	13,6	2,1	0,1
21.	0—27	Ackerschicht	4,8	67,4	24,8	2,8	0,2
	27—35	brauner, schluffiger Sand mit Ortstein	3,2	55,4	38,7	2,6	0,1
	35—200	gelber, schluffiger Sand	4,0	36,1	48,8	10,4	0,7
22.	0—25	Ackerschicht	8,2	71,9	17,8	2,0	0,1
	25—77	dunkelbrauner, schwach humoser Sand	7,8	71,0	19,5	1,7	0,0
	77—200	gelber, schluffiger Sand	2,3	54,3	39,8	3,3	0,3
23.	0—30	Ackerschicht	7,2	69,9	20,4	2,4	0,1
	30—95	dunkelbrauner, schwach humoser und schwach schluffiger Sand	2,3	71,0	24,2	2,4	0,1
	95—200	gelber, schluffiger Sand	2,7	52,3	42,8	2,0	0,2

Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Beschreibung	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
24.	0—18	Ackerschicht	8,9	81,5	8,2	1,2	0,2
	18—75	dunkelbrauner, schluffiger Sand	14,5	80,2	4,7	0,6	0,0
	75—105	dunkelgrauer, schluffiger Sand mit Lehm und Eisenschnüren	15,7	77,6	4,0	2,6	0,1
	105—137	schwarzgrauer Lehm mit Senkel	32,2	67,0	0,7	0,1	0,0
	137—148	grauschwarzer, schwach humoser, schluffiger Sand mit Pflanzenresten	18,7	74,8	4,4	2,0	0,1
	148—200	schiefergrauer, schluffiger Sand mit Pflanzenresten	11,9	77,9	5,3	4,4	0,5
25.	0—30	Ackerschicht	6,5	82,8	9,7	0,9	0,1
	30—120	dunkelbrauner, schluffiger Sand	10,5	68,1	19,5	1,8	0,1
	120—200	hellgelber, schluffiger Sand mit Senkel	24,7	59,5	15,6	0,2	0,0

Die mechanische Untersuchung der Durchschnittsproben von den Ackerschichten verschiedener Pläne hatte folgendes Ergebnis:

Tabelle 8.

Plan	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
I. Östlicher Teil	8,7	71,2	18,2	1,8	0,1
I. Westlicher Teil	8,5	74,2	15,6	1,6	0,1
II. Östlicher Teil	8,4	71,9	17,8	1,8	0,1
V. Östlicher Teil	7,7	74,7	15,8	1,7	0,1
V. Westlicher Teil	7,7	72,1	18,2	1,9	0,1
VI. Östlicher Teil	9,1	68,3	20,7	1,8	0,1
VI. Westlicher Teil	8,3	70,5	19,1	2,0	0,1
XV. Östlicher Teil	8,1	70,5	20,1	1,1	0,2
XV. Westlicher Teil	8,3	71,0	18,5	2,0	0,2
IX.	6,5	75,5	16,3	1,6	0,1
XVII. Nördlicher Teil	7,5	60,8	29,2	2,3	0,2

Frühere Untersuchungen ergaben das Folgende:

Tabelle 9.

Plan	> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
II. Westlicher Teil	6,7	71,1	20,1	2,0	0,1
VII.	6,9	72,3	18,8	1,9	0,3
XVI. Östlicher Teil	2,9	67,1	27,2	2,5	0,2
XVIII.	6,1	70,3	20,7	2,6	0,3
XIX.	6,4	70,7	20,8	2,0	0,1

Die Schlämmanalysen der Durchschnittsproben von den Ackerschichten der verschiedensten Pläne ergeben, daß sie durchweg in ihrer Korngröße eine ziemlich gleichmäßige Zusammensetzung aufweisen. Dieselbe Beobachtung wurde bei der mechanischen Untersuchung der Ackerschichten bei den 25 verschiedenen Bohrlöchern gemacht. Lediglich der Plan XVI weist im östlichen Teil in der Ackerschicht nur einen verhältnismäßig geringen Prozentsatz an abschlämmbaren Bestandteilen auf, während die übrigen Anteile im großen und ganzen mit denen der anderen Ackerschichten übereinstimmen. Im allgemeinen schwankt der Gehalt dieser Schichten an abschlämmbaren Bestandteilen nur zwischen 6 und 8 %. Im Gegensatz hierzu weisen die tieferen Schichten teilweise recht erhebliche Unterschiede auf. Ihr Gehalt an Abschlämmbarem schwankt zwischen 1 und 32 % und dementsprechend schwankt auch der Gehalt an den gröberen Anteilen. Der Gehalt an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen ist für einen Boden insofern von besonderer Bedeutung, als diese einmal die physikalische Beschaffenheit des Bodens stark beeinflussen, andererseits hauptsächlich die Träger der Nährstoffe und der für den Boden so bedeutungsvollen Zeolithe sind.

Die Zeolithe sind in Salzsäure löslich; man findet daher ihre Bestandteile im Salzsäureaufschluß des Bodens.

Das Ergebnis der Schlämmanalysen zeigt also, daß die Ackerschichten des Versuchsgutes einen für Sandböden günstigen Gehalt an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen aufweisen, der die physikalische Beschaffenheit des Bodens in hohem Grade günstig beeinflußt. Der Boden besitzt dadurch eine hinreichende wasserhaltende Kraft, sodaß er nicht zu leicht austrocknet, und besitzt andererseits genügende Durchlässigkeit, um nach starken Niederschlägen alsbald den Überschuß an Wasser versickern zu lassen. Die Folge davon ist, daß die Bodenbearbeitung sehr erleichtert wird.

2. Chemische Untersuchung.

Es wurden zunächst 11 Durchschnittsproben der Ackerschicht der verschiedenen Pläne und sodann die einzelnen Schichten von 8 Bohrlöchern einer eingehenden chemischen Untersuchung unterzogen und dabei nicht nur die in Salzsäure

löslichen, sondern auch die durch konz. Schwefelsäure und Flußsäure aufschließbaren Bestandteile bestimmt.

a) Gehalt an organischen Stoffen, Mineralstoffen, Stickstoff und die Bodenreaktion.

Die Untersuchungsergebnisse bei den 11 Bodenproben der Ackerschicht waren folgende:

Tabelle 10.

Plan	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Mineralstoffe %	Reaktion pH	Stickstoff %
I. Östlicher Teil	2,13	3,16	94,71	6,5	0,132
I. Westlicher Teil	2,45	3,25	94,30	7,0	0,128
II. Östlicher Teil	2,32	3,89	93,79	5,9	0,130
V. Östlicher Teil	2,21	3,76	94,03	5,6	0,143
V. Westlicher Teil	2,18	3,41	94,41	4,9	0,149
VI. Östlicher Teil	2,30	3,25	94,45	5,1	0,131
VI. Westlicher Teil	2,22	3,38	94,40	6,5	0,139
XV. Östlicher Teil	1,98	2,93	95,09	4,7	0,071
XV. Westlicher Teil	2,17	2,84	94,99	4,4	0,089
IX	1,85	3,62	94,53	6,1	0,127
XVII. Nördlicher Teil	2,06	3,12	94,82	5,6	0,107

Frühere Untersuchungen hatten folgende Werte ergeben:

Tabelle 11.

Plan	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Mineralstoffe %	Reaktion pH
II. Westlicher Teil	2,13	3,71	94,16	6,5
VII.	2,29	3,62	94,09	5,3
XVI. Östlicher Teil	1,57	2,99	95,44	6,5
XVIII.	1,99	3,43	94,58	5,0
XIX.	1,59	2,94	95,47	4,9

Die organischen Stoffe wurden durch leichtes Glühen des Bodens bestimmt. Da der Boden der Ackerschicht und auch die meisten tiefer liegenden Schichten nur einen geringen Kalkgehalt aufweisen und es sich durchweg um Sandböden handelt, erhält man auf diese Weise ein hinreichend zutreffendes Bild über den Gehalt des Bodens an organischen Stoffen. Der Gehalt an organischen Stoffen ist in den Ackerschichten ziemlich gleichmäßig und befriedigend. Er nimmt in den unteren Schichten naturgemäß mit der Tiefe ab, soweit es sich nicht um solche Schichten handelt, in denen sich größere Mengen von Pflanzenresten aus früheren Zeiten vorfinden, wie das in den unteren Lagen der Reitbachweiden und der Aawiesen der Fall ist. Der Stickstoffgehalt wurde nach dem Kjeldahl-Verfahren bestimmt. Die untersuchten Böden zeigten mit Ausnahme der Ackerschicht des Planes XV einen über 0,1% liegenden, also befriedigenden Gehalt an Stickstoff. Beim Plan XV handelt es sich um eine Neukultur; hieraus erklärt sich der verhältnismäßig geringe Stickstoffgehalt von nur 0,071 und 0,089%.

b) In Salzsäure lösliche Stoffe.

Die Bestimmung erfolgte durch einstündiges Kochen der Böden mit konzentrierter Salzsäure.

Die Untersuchungsergebnisse bei den 11 Durchschnittsproben der Ackerschicht waren folgende:

Tabelle 12.

Plan	Kieselsäure (SiO_2) %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Eisenoxyd (Ee_2O_3) %	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	In Salzsäure unlöslich %
I. Östlicher Teil	0,019	0,134	0,065	0,764	0,690	0,051	0,058	92,46
I. Westlicher Teil	0,018	0,276	0,072	0,752	0,696	0,055	0,060	92,13
II. Östlicher Teil	0,022	0,134	0,062	0,770	0,683	0,062	0,053	91,37
V. Östlicher Teil	0,020	0,114	0,062	0,853	0,626	0,057	0,070	91,84
V. Westlicher Teil	0,022	0,106	0,066	0,865	0,618	0,056	0,084	92,35

Plan	Kiesel-säure (SiO_2) %	Calcium-oxyd (CaO) %	Magnesium-oxyd (MgO) %	Eisenoxyd (Fe_2O_3) %	Aluminium-oxyd (Al_2O_3) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Phosphor-säure (P_2O_5) %	In Salzsäure unlöslich %
VI. Östlicher Teil	0,023	0,118	0,067	0,874	0,614	0,061	0,072	92,76
VI. Westlicher Teil	0,021	0.133	0,051	0,885	0,609	0,058	0,068	92,43
XV. Östlicher Teil	0,024	0,106	0,061	0,864	0,590	0,024	0,015	92,94
XV. Westlicher Teil	0,026	0,102	0,068	0,965	0,534	0,045	0,012	93,45
IX.	0,019	0,120	0,061	0,794	0,615	0,054	0,049	92,18
XVII. Nördlicher Teil	0,018	0,117	0,052	0,851	0,603	0,022	0,021	92,74

In früheren Jahren in dieser Richtung ausgeführte Untersuchungen hatten folgende Ergebnisse geliefert:

Tabelle 13.

Plan	Calciumoxyd (CaO) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Phosphor-säure (P_2O_5) %	In Salzsäure unlöslich %
II. Westlicher Teil	0,188	0,051	0,085	92,59
VII.	0,124	0,051	0,084	92,55
XVI. Östlicher Teil	0,145	0,048	0,035	93,89
XVIII.	0,103	0,052	0,104	93,20
XIX.	0,090	0,058	0,094	93,06

Die Ergebnisse der Untersuchung der Erden der einzelnen Bodenschichten, die bei 8 Bohrungen erhalten worden waren, sind in der nachfolgenden Tabelle 14 aufgeführt. Um die Beziehungen zwischen dem Gehalt an in Salzsäure löslichen Stoffen und demjenigen an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen zu zeigen, sind die Befunde der Schlämmanalyse (S. 24—30) in der Tabelle nochmals aufgeführt.

Tabelle 14.

Plan und Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Eisenoxyd (Fe_2O_3) %	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Ergebnisse der Schlämmeranalyse				
										> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
F. 3.	0—12	1,31	4,36	1,135	0,847	0,137	0,082	0,053	0,076	5,4	81,7	11,3	1,5	0,1
	12—120	1,67	1,67	1,745	1,172	0,116	0,145	0,043	0,056	10,0	85,9	3,8	0,3	0,0
	152—200	1,35	1,23	1,089	0,896	4,190	0,674	0,027	0,012	6,4	81,2	10,2	2,0	0,2
II. 6.	35—82	1,03	3,24	1,392	0,785	0,090	0,084	0,032	0,026	7,1	59,8	27,6	5,3	0,2
	82—183	1,73	1,85	1,936	1,347	0,305	0,184	0,042	0,018	17,9	75,4	5,7	1,0	0,0
	183—200	1,82	0,73	1,453	1,167	3,320	0,505	0,036	0,008	13,6	83,7	2,5	0,2	0,0
XIII. 9.	0—25	1,21	1,45	0,856	0,734	0,178	0,082	0,074	0,058	6,7	74,7	16,6	1,9	0,1
	25—77	0,73	0,47	0,747	0,632	0,145	0,074	0,056	0,048	3,2	56,5	37,0	3,1	0,2
	77—200	0,54	0,34	0,645	0,582	0,123	0,063	0,026	0,014	4,3	36,4	54,1	5,1	0,1
VII. 12.	0—20	1,27	3,46	0,846	0,752	0,124	0,095	0,065	0,097	8,3	73,1	16,7	1,8	0,1
	20—78	1,17	1,34	1,056	0,934	0,137	0,115	0,048	0,064	5,6	73,7	18,8	1,8	0,1
	78—143	1,15	0,93	1,690	0,732	0,155	0,132	0,028	0,042	4,5	70,9	19,7	4,5	0,4
	170—200	1,97	0,64	1,694	1,352	0,205	0,446	0,032	0,027	17,4	81,7	0,7	0,2	0,0

Fortsetzung von Tabelle 14.

Plan und Bohrloch	Tiefe der Schicht in cm	Wasser %	Organische Stoffe (Glühverlust) %	Eisenoxyd (Fe_2O_3) %	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Ergebnisse der Schlämmeranalyse				
										> 0,01 mm %	0,01—0,2 mm %	0,2—0,5 mm %	0,5—1,0 mm %	1,0—2,0 mm %
XI. 13.	0—30	1,24	2,48	0,907	0,785	0,175	0,094	0,068	0,082	7,2	75,9	15,3	1,4	0,2
	30—108	1,62	1,32	1,534	1,120	0,120	0,164	0,048	0,029	12,2	73,5	12,9	1,4	0,0
	108—200	1,85	0,56	2,359	1,648	0,310	0,417	0,045	0,016	19,8	78,3	1,4	0,5	0,0
XV. 18.	20—40	1,06	0,98	0,689	0,612	0,114	0,096	0,032	0,024	5,8	65,3	26,8	2,0	0,1
	60—200	0,48	0,32	0,532	0,485	0,082	0,134	0,017	0,009	1,4	39,2	54,7	4,5	0,2
XVIII. 20.	25—77	1,19	1,52	0,845	0,785	0,132	0,097	0,045	0,038	7,8	71,0	19,5	1,7	0,0
	77—200	0,68	0,50	0,724	0,613	0,154	0,132	0,028	0,012	2,3	54,3	39,8	3,3	0,3
Aa-Wiese 24.	0—18	1,65	3,84	1,267	0,952	0,103	0,084	0,032	0,045	8,9	81,5	8,2	1,2	0,2
	18—75	1,71	1,45	1,357	1,124	0,124	0,097	0,028	0,041	14,5	80,2	4,7	0,6	0,0
	107—137	2,97	1,24	2,364	1,945	0,725	0,534	0,053	0,025	32,2	67,0	0,7	0,1	0,0
	148—200	1,48	2,89	1,145	0,857	3,745	0,589	0,037	0,014	11,9	77,9	5,3	4,4	0,5

Entsprechend der Gleichmäßigkeit der Schlämmergebnisse bei den obersten Ackerschichten, weisen diese auch einen ziemlich gleichen Gehalt an durch einstündiges Kochen mit konzentrierter Salzsäure gelösten Bestandteilen auf, die den bodenbildenden Mineralien entstammen. Es trifft dies besonders für Kieselsäure, Eisen-, Aluminium und Magnesiumoxyd zu. Dagegen ist der Gehalt an den Nährstoffen Kaliumoxyd und Phosphorsäure und ebenso der an Kalk in den Salzsäureaufschlüssen der Ackerschichten schon recht unterschiedlich.

Der Kalkgehalt der unteren Schichten nimmt bei den einzelnen Bohrlöchern gegenüber der Ackerschicht teils ab, teils ist er der gleiche, teils nimmt er in den tieferen Schichten beträchtlich zu. Besonders reich an Kalk sind die bereits mehrfach erwähnten schiefergrauen Senkelschichten oder Mergelsande, die sich auf dem Versuchsgute meist in einer Tiefe von 2 m und mehr vorfinden. Der Gehalt dieser Schicht an Calciumoxyd, der an drei verschiedenen Stellen bestimmt wurde, liegt zwischen 3,3 und 4,2%. Auffallend ist der verhältnismäßig hohe Kalkgehalt der Schicht, die beim Bohrloch 24 über dem Mergelsande liegt. Das Schlämmergebnis dieser Schicht zeigt jedoch, daß es sich hier um Lehm handelt, der an sich schon in der Regel einen höheren Kalkgehalt aufweist. Beim Bohrloch 6 dagegen ist der Kalkgehalt der über dem Mergel liegenden Schicht nicht ungewöhnlich hoch, trotzdem sie infolge ihres Reichtums an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen zweifellos eine große Kapillarität besitzt. Noch deutlicher sprechen die Analysenergebnisse beim Bohrloch 3 gegen die Theorie, daß der Kalkgehalt aus den unteren Schichten durch die Kapillarität mit dem aufsteigenden Grundwasser in die oberen Schichten gelangen soll. Denn hier haben die über dem Mergel liegenden Schichten im Vergleich zu diesem einen sehr geringen Kalkgehalt. Der beträchtliche Gehalt der Mergelsandschicht an Kalk macht sich also in den oberen Schichten in keiner Weise mehr bemerkbar.

Die qualitative Untersuchung sämtlicher bei den Bohrungen erhaltenen Bodenschichten ergab, daß diese mit Ausnahme der schiefergrauen Senkel- und Mergelsandschichten über einen Kalkgehalt von 1 % nicht hinausgehen.

Die Untersuchungen des Bach- und Drainagewassers, die weiter unten (S. 57) erörtert werden, beweisen ebenfalls, daß dem Boden im Laufe der Jahre erhebliche Mengen an Kalk durch Auswaschung entzogen werden.

Der Gehalt der verschiedenen Bodenschichten an Eisenoxyd und Tonerde im Salzsäureaufschluß ist bei den ausgeführten Analysen fast durchweg proportional dem Gehalte an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen. Bei einzelnen Schichten trifft dies für Eisen nicht zu. Z. B. weist die beim Bohrloch 12 in einer Tiefe von 78—143 cm liegende Schicht den hohen Eisengehalt von 1,69 % auf, während sie nur 4,34 % abschlämmbare Bestandteile enthält. Der ungewöhnlich hohe Eisengehalt ist in diesem und allen anderen Fällen darauf zurückzuführen, daß diese Schichten mehr oder weniger stark von Eisenschnüren durchsetzt sind, die bei den Bohrungen mit bloßen Augen ohne weiteres zu erkennen waren.

Die untersuchten Ackerschichten weisen durchweg einen für Sandböden befriedigenden Gehalt an Kali und Phosphorsäure auf. Der Gehalt an Kali schwankt zwischen 0,051 und 0,062 % und der an Phosphorsäure zwischen 0,053 und 0,084 %. Dagegen sind die Gehalte an Kali und Phosphorsäure bei Plan XV nur gering und auch Plan XVII enthält nur 0,022 % Kali und 0,021 % Phosphorsäure. Der verhältnismäßig niedrige Gehalt dieser Ackerpläne an den genannten Nährstoffen ist wohl darauf zurückzuführen, daß es sich hier, wie bereits erwähnt, um Heideböden handelt, die erst seit wenigen Jahren in Kultur genommen sind und naturgemäß noch nicht die höheren Nährstoffgehalte der übrigen Pläne aufweisen können. Der Gehalt an Kali und Phosphorsäure nimmt nach der Tiefe hin ziemlich regelmäßig ab, ohne Beziehungen zu dem Gehalt an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen erkennen zu lassen. Die im Salzsäureaufschluß in den oberen Schichten gefundenen größeren Mengen dieser Stoffe sind in der Hauptsache auf die Düngung und den Umstand zurückzuführen, daß die oberen Schichten in stärkerem Maße der Verwitterung unterliegen; außerdem sind sie nicht in derselben Weise wie der Kalk der Auswaschung unterworfen.

Beim Vergleich der Ergebnisse des Salzsäureaufschlusses mit denen der Schlämmanalyse ergeben sich ganz unverkenn-

bare Beziehungen zwischen dem Gesamt-Nährstoffgehalt — mit Ausnahme des Gehaltes an Kali und Phosphorsäure — und dem Gehalt an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen. Da es sich bei dem Versuchsgute Sprakel durchweg um Böden desselben geologischen Ursprunges handelt, so berechtigen die bei der chemischen Untersuchung beobachteten Regelmäßigkeiten ohne weiteres zu Analogieschlüssen auf die chemisch nicht näher untersuchten übrigen Böden.

Zusammenfassend kann man dem Ergebnisse der mechanischen und und chemischen — Salzsäureaufschluß — Untersuchung der Sprakeler Böden entnehmen, daß sie durchweg einen befriedigenden Gehalt an abschlämmbaren und feinkörnigen Bestandteilen und damit auch an Gesamtnährstoffen haben. Zwar liefern die Ergebnisse des Salzsäureaufschlusses kein zutreffendes Bild von demjenigen Nährstoffvorrat des Bodens, der den Pflanzen unmittelbar zugänglich ist, doch geben sie namentlich bei Sandböden ein durchaus zutreffendes Bild von dem Nährstoff v o r r a t, der den Pflanzen in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen wird, und sie geben daher auch brauchbare Anhaltspunkte zur Bewertung der Güte eines Bodens.

Über Bestimmung der leichtlöslichen, den Pflanzen sofort zugänglichen Nährstoffe in den Böden, vergleiche weiter unten Seite 45.

c) S c h w e f e l s ä u r e a u f s c h l u ß.

Die Schwefelsäureaufschlüsse, die in der Weise ausgeführt wurden, daß ein Teil des vom Salzsäureaufschluß zurückgebliebenen Bodens mehrmals auf der Asbestplatte bei kleiner Flamme mit konzentrierter Schwefelsäure abgeraucht, dann auf dem Wasserbade mit Salzsäure zweimal zur Trockene eingedampft und schließlich wieder mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen wurde, geben hauptsächlich ein Bild über den T o n g e h a l t des Bodens.

Die Analysen hatten folgende Ergebnisse:

Tabelle 15.

Plan	Kieselsäure (SiO_2) %	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Calciumoxyd (CaO) %	Ton %	Sand, Feldspat, Glimmer %
I. Östlicher Teil	4,283	1,326	0,028	6,40	86,06
I. Westlicher Teil	4,270	1,315	0,030	6,39	85,74
II. Östlicher Teil	4,296	1,290	0,026	6,38	84,99
V. Östlicher Teil	4,284	1,346	0,015	6,35	85,45
V. Westlicher Teil	4,223	1,247	0,023	6,29	86,06
VI. Östlicher Teil	4,293	1,354	0,022	6,41	86,35
VI. Westlicher Teil	4,283	1,282	0,024	6,48	85,95
XV. Östlicher Teil	4,272	1,326	0,018	6,37	86,57
XV. Westlicher Teil	4,264	1,312	0,016	6,52	86,94
IX.	4,192	1,286	0,011	6,22	85,96
XVII. Nördlicher Teil	4,225	1,298	0,012	6,33	86,52

Frühere Untersuchungen hatten ergeben:

Tabelle 16.

Plan	Kieselsäure (SiO_2) %	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Ton %	Sand, Feldspat, Glimmer %
II. Westlicher Teil	4,20	1,24	6,34	86,25
VII.	4,26	1,28	6,38	86,17
XVI. Östlicher Teil	2,85	1,06	4,85	89,04
XVIII.	4,03	1,27	6,28	86,92
XIX.	3,34	1,02	5,25	87,81

Es ergeben sich naturgemäß auch hier wieder deutliche Beziehungen zwischen dem Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen und dem Tongehalt. Der letztere ist auf dem Versuchsgute der für Sandböden normale und schwankt entsprechend der Gleichmäßigkeit der Ackerschichten in engen Grenzen zwischen

4,85 % beim Plane XVI, der auch den geringsten Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen, nämlich 2,90 % aufweist, und 6,52 % beim westlichen Teile des Planes XV mit 8,06 % abschlämmbaren Bestandteilen.

d) Flußsäureaufschluß.

Der Flußsäureaufschluß wurde gewonnen, indem ein Teil des Rückstandes vom Schwefelsäureaufschluß, nachdem er vorher im Achatmörser möglichst fein zerrieben war, bei mäßiger Wärme mit Flußsäure bis zur völligen Lösung stehen gelassen wurde. Nach eingetretener Lösung wurde die Flußsäure auf dem Wasserbade verjagt, darauf wurde mehrmals mit Salzsäure zur Trockene verdampft und mit salzsäurehaltigem, warmem Wasser wieder aufgenommen.

Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle 17.

Plan	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Natriumoxyd (Na_2O) %
I. Westlicher Teil	1,84	0,16	0,56	0,65	1,16
V. Westlicher Teil	1,68	0,25	0,53	0,72	1,23
XV. Westlicher Teil	2,13	0,18	0,54	0,68	1,34
IX.	1,74	0,21	0,58	0,70	1,14
XVII. Nördlicher Teil	2,25	0,13	0,61	0,69	1,10

Daraus berechnet sich:

Plan	Kalifeldspat %	Natronfeldspat %	Glimmer %	Kalkfeldspat %	Quarz %
I. Westlicher Teil	3,8	9,8	1,9	0,8	69,4
V. Westlicher Teil	4,3	10,4	1,8	1,2	68,4
XV. Westlicher Teil	4,0	11,3	1,8	0,9	68,9
IX.	4,1	9,6	1,9	1,0	69,2
XVII. Nördlicher Teil	4,1	9,3	2,0	0,6	70,4

Frühere Untersuchungen hatten ergeben:

Tabelle 18.

Plan	Aluminiumoxyd (Al_2O_3) %	Calciumoxyd (CaO) %	Magnesiumoxyd (MgO) %	Kaliumoxyd (K_2O) %	Natriumoxyd (Na_2O) %
II. Westlicher Teil	1,90	0,15	0,57	0,68	1,16
VII.	1,57	0,35	0,57	0,70	1,14
XVI. Östlicher Teil	2,44	0,14	0,57	0,68	1,46
XVIII.	1,54	0,32	0,50	0,74	1,12
XIX.	1,65	0,13	0,40	0,70	1,10

Daraus berechnet sich:

Plan	Kalifeldspat %	Natronfeldspat %	Glimmer %	Kalkfeldspat %	Quarz %
II. Westlicher Teil	4,0	9,8	1,9	0,7	69,8
VII.	4,1	9,6	1,9	1,7	68,7
XVI. Östlicher Teil	4,0	12,3	1,9	0,7	70,1
XVIII.	4,4	9,5	1,7	1,6	69,8
XIX.	4,1	9,3	1,3	0,7	72,3

Nach den Ergebnissen dieser Aufschlüsse bestehen die Sprakeler Böden zu rund 70 % aus Quarzsand, zu 9—12 % aus Natronfeldspat, zu rund 4 % aus Kalifeldspat, zu etwa 1—2 % aus Glimmer und zu 0,6—1,7 % aus Kalkfeldspat. Die Zusammensetzung entspricht derjenigen normaler Dilluvial-Sandböden.

e) Bodenreaktion.

Die Reaktion der verschiedenen Böden wurde nach dem Verfahren von Hasenbäumer mit Methylrot festgestellt und das Ergebnis durch Bestimmung der Titrationsazidität nachgeprüft. Zum Vergleich wurde dann noch der im Salzsäureaufschluß gefundene Kalkgehalt herangezogen.

Das Verfahren von Hasenbäumer besteht darin, daß man 30 g des zu untersuchenden lufttrockenen Bodens eine Stunde lang mit 100 ccm einer reinen Kaliumchloridlösung ausschüttelt, die 7,5 g Kaliumchlorid in 100 ccm

vollkommen neutralem, destilliertem Wasser gelöst enthält. Von dem klaren Filtrate gibt man 10 ccm in ein Reagensglas, schüttelt nach Hinzufügen von 4 Tropfen Methylrot um, und vergleicht den entstehenden Farbton mit einem Farbvergleicher. Die durch die Austauschsäuerung des Bodens hervorgerufene Reaktion gibt sich durch den Farbton zu erkennen Die folgenden Farbtöne entsprechen den nachgesetzten Säuerungsgraden: gelb = fast neutral bis alkalisch, orange = schwach sauer, zinnoberrot = sauer, karmin = stark sauer, lila = sehr stark sauer.

Der Boden des Versuchsgutes Sprakel war abgesehen von den schwereren Böden auf dem nordwestlichen Teile bei der Übernahme im Jahre 1917 mehr oder weniger stark sauer. Dieses Übermaß an Säure wurde in den Jahren 1917—1919 durch eine systematische Kalkung mit Lengericher Kalkmergel beseitigt. Infolgedessen ergaben die angestellten neuen Untersuchungen, daß die Säuregrade der einzelnen Pläne zwar unterschiedlich waren, jedoch das mit Rücksicht auf den Anbau der verschiedenen Fruchtarten zulässige Maß im allgemeinen nicht überschritten. Die meisten der untersuchten Pläne waren mäßig sauer bis neutral; z. B. zeigte der östliche Teil des Planes V eine sehr schwach sauere Reaktion, während der westliche Teil mäßig sauer war. Geringe Unterschiede im Säuregrade auch desselben Planes sind ja bekanntlich selbst bei einer gleichmäßig durchgeführten Kalkdüngung nicht immer zu vermeiden und für die Erträge des betreffenden Feldes ohne größere Bedeutung. Der Plan XV war in seinem östlichen Teile sauer und in seinem westlichen stark sauer. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei diesem Felde um eine Neukultur, auf welchen Umstand wohl der höhere Säuregrad zurückzuführen ist. Daß der Plan XVII, der ebenfalls bis kurz vor der Übernahme des Versuchsgutes Heide war, einen erheblich geringeren Säuregrad aufweist, ist darauf zurückzuführen, daß der Vorpächter seiner Zeit ganz ungewöhnlich hohe Kalkgaben angewendet hat.

Die Ergebnisse der Reaktionsbestimmungen der einzelnen Parzellen eines Kalkdüngungsversuches auf Plan VI vor der Kälkung sind bereits oben (S. 22) mitgeteilt. Es wurden nun im Frühjahr 1924 nach der Kälkung nochmals Untersuchungen auf den Säuregehalt von je 2 Parzellen ohne, mit einer halben und mit einer vollen Kalkdüngung angestellt. Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle 19.

Parzelle	Düngung. Kalkmergelgabe je ha.	Säuregrad	Für 100 g Boden zur Neutralisation verbraucht ccm 0,1 n KOH	Calciumoxyd in konz. Salzsäure löslich	Zur Neutralisation erforderliche Menge Kalkmergel je ha
1.	0	4,2	10,00	0,068 %	22,2 dz
4.	22 dz	4,4	7,25	0,065 „	18,2 „
7.	44 „	5,2	2,65	0,100 „	7,2 „
10.	0	4,2	11,55	0,061 „	29,2 „
13.	22 dz	4,6	5,60	0,082 „	14,0 „
16.	44 „	5,1	2,65	0,100 „	7,2 „

Die Veränderung in der Reaktion der Böden infolge der Kalkdüngung kommt bei den einzelnen Parzellen in den Untersuchungsergebnissen deutlich zum Ausdruck. Es ergeben sich mit Ausnahme bei Parzelle 4 gute Beziehungen zwischen dem Säuregrad und der in Salzsäure löslichen Menge Calciumoxyd. Besonders in die Augen springend sind die Beziehungen zwischen den gefundenen Säuregraden und der Titrationsazidität.

Die Ergebnisse dieser Kalkdüngungsversuche zeigten, welchen großen Einfluß eine sachgemäße Regelung des Reaktionszustandes der Böden auf den Ernteertrag ausübt. In dem ersten Bericht über das Versuchsgut Sprakel finden sich über diesen Versuch, der gleichzeitig auch mit einem Kali- und Phosphorsäureversuch verbunden wurde, folgende Angaben: Die Versuchsparzellen waren je 0,5 a groß. Ein Teil der Parzellen blieb ohne Kalkgabe, der zweite erhielt am 12. März 1919 je ha 22 dz, der dritte 44 dz Kalkmergel, entsprechend 18 bzw. 36 dz Kohlensaurem Kalk. Sämtliche Parzellen erhielten am 10. April 1919 und am 8. April 1920 je ha 20 kg Stickstoff (Schwefelsaures Ammoniak); außerdem wurden am 17. März 1919 4 dz Thomasmehl (15,39 % Zitrl. Phosphorsäure) und 4 dz Kainit (20,85 % Kali) bzw. am 8. April 1920 4 dz Thomasmehl (18,17 % Zitrl. Phosphorsäure) und 4 dz Kainit (14,64 % Kali) gestreut und eingeegt.

Der Hafer (Sorte Beseler II) wurde am 11. April 1919 bzw. 9. April 1920 mit 20 cm Reihenabstand gedrillt. Geschnitten wurde am 26. August 1919 bzw. am 16. August 1920. Die Erträge, auf dz je ha berechnet, waren folgende:

Tabelle 20.

Parzelle Nr.	Düngung je ha 40 kg Stickstoff +			1919er Ertrag je ha		1920er Ertrag je ha	
	Kalkmergel	Kainit	Thomasmehl	Körner Dz	Stroh Dz	Körner Dz	Stroh Dz
1 und 10	0	0	0	7,2	15,8	6,8	23,2
2 und 11		4 Dz	0	11,7	19,0	8,5	24,5
3 und 12		4 Dz	4 Dz	14,7	20,1	9,5	28,5
4 und 13	22 Dz	0	0	8,0	18,6	8,6	26,0
5 und 14		4 Dz	0	15,4	20,8	10,8	30,2
6 und 15		4 Dz	4 Dz	16,1	22,3	12,1	32,9
7 und 16	44 Dz	0	0	9,8	18,9	10,1	26,9
8 und 17		4 Dz	0	15,4	20,4	12,1	27,9
9 und 18		4 Dz	4 Dz	17,3	27,7	12,8	31,7

f) Bestimmung des Phosphorsäure- und Kalibedarfs der Böden.

Da die in Salzsäure löslichen Nährstoffe keinen Maßstab für die den Pflanzen sofort zur Verfügung stehende Menge der Nährstoffe darstellen, hat man seit einiger Zeit versucht, die letzteren analytisch zu bestimmen. Wenn es gelingt, die Menge der Nährstoffe, die den Pflanzen unmittelbar zur Verfügung stehen, in kurzer Zeit zu bestimmen, so würde damit das wichtigste Problem in der Anwendung der künstlichen Düngemittel gelöst sein, nämlich, daß man dann dem Landwirt genau angeben könnte, welche Art und welche Mengen Kunstdünger er in jedem Jahre anwenden muß, um höchste Erträge zu erzielen.

In den letzten beiden Jahren sind nun zwei Verfahren bekannt geworden, welche dies zu erreichen suchen, indem sie die Menge der leichtlöslichen Nährstoffe bestimmen. Es sind dies die Keimpflanzenmethode von Neubauer und Schneider[1]) und die Zitronensäuremethode von König und Hasenbäumer[2]).

Es lag daher nahe, beide Methoden für die Bestimmung der Düngerbedürftigkeit der Böden des Versuchsgutes Sprakel zu verwenden.

[1]) Zeitschr. für Pflanzenernährung und Düngung, Teil A, Band 2. Heft 5.
[2]) Daselbst. Teil B, 1924, [3], 497. 1923, [2], 329.

a) Die Keimpflanzenmethode von Neubauer und Schneider.

Dieses Verfahren geht bekanntlich von der Voraussetzung aus, daß 100 Roggenpflänzchen innerhalb einer Vegetationszeit von 18 Tagen die in 100 g Boden, der in der geeigneten Weise zum Versuch vorbereitet ist, enthaltenen leichtlöslichen Nährstoffe aufnehmen. Dadurch, daß die nach 18 tägiger Wachstumsdauer von den Pflanzen aufgenommenen Mengen an Phosphorsäure bzw. Kali von den bei gleichzeitig angesetzten Blindversuchen gefundenen Mengen der betreffenden Nährstoffe abgezogen werden, erhält man Zahlen, die beim Vergleich mit den von Neubauer angenommenen Normalzahlen von 8 mg für Phosphorsäure und 24 mg für Kali anzeigen sollen, ob und in welchem Grade der betreffende Boden ein Düngebedürfnis für diese Nährstoffe aufweist. Ein Düngebedürfnis würde also vorliegen, wenn die Pflanzen weniger als die genannten Mengen aufnehmen. Bei Feststellung der Zunahme von Nährstoffen sind die betreffenden Zahlen auf 100 g lufttrockenen Boden umzurechnen.

I. Nach dem Verfahren von Neubauer wurden zunächst 18 Böden untersucht, die gelegentlich eines Phosphorsäure-Düngungsversuches im Jahre 1924 auf Plan II des Versuchsgutes Sprakel entnommen wurden. Es handelte sich hierbei um einen Versuch, bei dem die einzelnen Parzellen mit verschiedenen Arten und Mengen von Phosphorsäure gedüngt waren. Die Bodenproben wurden nach der Düngung der Parzellen entnommen. Der Boden des Versuchsfeldes ist ein humoser, feinkörniger Sandboden. Die Untersuchung der zu der Bestimmung verwendeten Roggenkörner (5 g) und der mit reinem Sand angestellten Blindversuche ergab folgende Mengen Phosphorsäure P_2O_5):

5 g Roggenkörner: 36.3 35.7 37.2 35.8; Mittel 36.2 mg
Blindversuche: 35.4 33.2 32.8 34.9; Mittel 34.1 „

Hiernach lagen auffallenderweise die Ergebnisse der Blindversuche im Mittel 2.1 mg niedriger als bei den ausgepflanzten Roggenkörnern selbst; es scheint demnach ein zunächst nicht aufzuklärender Verlust an Phosphorsäure entstanden zu sein.

Die Ergebnisse der Phosphorsäurebestimmungen in den Böden der einzelnen Parzellen nach der Düngung mit den ver-

schiedenen Phosphorsäuredüngern sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt; dabei sind die gefundenen Phorphorsäuremengen auf ein 100-Körnergewicht von 5 g umgerechnet.

Tabelle 21.

Parzelle Nr.	Art der Phosphorsäuredüngung je ha	Gefundene P_2O_5 in mg			
		Versuch I	Versuch II	Mittel	Mittl. Zunahme auf wasserfreien Boden umgerechnet
1.	0	33,4	35,3	34,35	0,3
3.	30 kg P_2O_5 als Thomasmehl	35,6	34,7	35,15	1,1
4.	60 kg P_2O_5 als Thomasmehl	32,7	34,8	33,75	0,5
7.	30 kg P_2O_5 als Rhenaniaphosphat	33,5	32,4	32,95	1,3
8.	30 kg P_2O_5 als Superphosphat	34,8	35,0	34,9	0,9
9.	60 kg P_2O_5 als Superphosphat	32,4	34,4	33,4	0,8
10.	0	34,2	35,4	34,8	0,8
12.	30 kg P_2O_5 als Thomasmehl	34,3	35,7	35,0	1,0
13.	60 kg P_2O_5 als Thomasmehl	33,7	34,3	34,0	0,2
16.	30 kg P_2O_5 als Rhenaniaphosphat	33,4	35,8	34,6	0,6
17.	30 kg P_2O_5 als Superphosphat	34,5	35,7	35,1	1,1
18.	60 kg P_2O_5 als Superphosphat	35,2	35,0	35,1	1,1

Hiernach wurden auffallenderweise bei den Böden aller Parzellen im Mittel diesselben Mengen Phosphorsäure gefunden wie bei den gleichzeitigen Blindversuchen. In einigen Fällen bleiben die gefundenen Mengen unter denen der Blindversuche, in anderen überschreiten sie diese unerheblich. Ein Unterschied in den Ergebnissen, der die auf die einzelnen Parzellen gebrachten Mengen Phosphorsäuredünger erkennen läßt, ist nicht zu beobachten. Nach Neubauer würden die Böden ein erhebliches Bedürfnis an Phosphorsäure aufweisen.

Da bei den angestellten Untersuchungen immer 4—6 Körner nicht bzw. schlecht keimten — was allerdings nicht von besonderer Bedeutung sein soll — wurde das Verfahren, um diesem Mißstande abzuhelfen, in folgender Weise geringfügig geändert: Die nach der Mischung mit dem zu untersuchenden Boden verbliebene Menge Glassand wurde restlos auf das Gemisch von Boden und Sand gebracht und dann wurden 110 Roggenkörner eingepflanzt, die alsdann nicht mehr mit Sand bedeckt wurden,

sondern etwas aus dem Substrat hervorragten. Für eine gute Keimung ist dies nicht von nachteiligen Folgen. Nachdem die Pflänzchen die Glasplatte erreicht hatten, wurden 10 nicht oder schlecht gekeimte Körner entfernt, so daß immer 100 gesunde Pflänzchen zur Entwicklung kamen. Im übrigen wurde genau wie vorher verfahren. Die nach dieser abgeänderten Arbeitsweise erzielten Ergebnisse waren folgende: (Die Blindversuche ergaben hierbei folgende Mengen Phosphorsäure (P_2O_5): 35.3, 35.6, 34.4, 34.7; im Mittel 35.0 mg. Die Ergebnisse bei den Versuchsböden zeigt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 22.

Parzelle Nr.	Art der Phosphorsäuredüngung je ha	Gefundene P_2O_5 in mg			
		Versuch I	Versuch II	Mittel	Mittl. Zunahme auf wasserfreien Boden umgerechnet
1.	0	35,6	35,5	35,55	0,7
3.	30 kg P_2O_5 als Thomasmehl	35,2	36,7	35,95	1,0
4.	60 kg P_2O_5 als Thomasmehl	36,4	34,4	35,4	0,5
7.	30 kg P_2O_5 als Rhenaniaphosphat	35,1	36,0	35,55	0,6
8.	30 kg P_2O_5 als Superphosphat	36,6	35,2	35,9	1,2
9.	60 kg P_2O_5 als Superphosphat	34,9	36,6	35,75	0,5
10.	0	35,2	35,6	35,4	0,5
12.	30 kg P_2O_5 als Thomasmehl	34,8	35,4	35,1	0,1
13.	60 kg P_2O_5 als Thomasmehl	36,0	34,8	35,4	0,5
16.	30 kg P_2O_5 als Rhenaniaphosphat	35,4	34,7	35,05	0
17.	30 kg P_2O_5 als Superphosphat	34,3	34,3	34,3	0,8
18.	60 kg P_2O_5 als Superphosphat	35,4	36,5	35,95	0,9

Es zeigt sich, daß die Ergebnisse im allgemeinen die gleichen geblieben sind. Man kann durchweg eine geringfügige Aufnahme von Phosphorsäure feststellen, die aber in keinem Falle die genügende Phosphorsäuremenge von 8 mg auch nur annähernd erreicht. Ein Minuswert liegt nur in einem Falle vor; dieser bleibt aber so unerheblich unter dem blinden Versuche, daß er aus dem Gesamtbilde nicht herausfällt.

Nach den in der vorstehenden Tabelle niedergelegten Ergebnissen ist eine erhebliche Mehraufnahme von Phosphorsäure durch die Keimpflanzen nicht zu beobachten. Man müßte

also nach Neubauer zu dem Schlusse kommen, daß die Böden sämtlicher Parzellen ein bedeutendes und fast gleiches Bedürfnis für Phosphorsäure haben, eine Annahme, die bei den angewandten Düngermengen nicht berechtigt erschien und die auch den Ergebnissen des Feldversuches widerspricht.

Die Ernteergebnisse des Feldversuches mit Roggen waren im Mittel folgende:

Tabelle 23.

Düngemittel	Phosphorsäuredüngung kg je ha	Erträge in dz je ha	
		Körner	Stroh
0	0	32,0	56,9
Thomasmehl	30	35,1	58,3
	60	37,5	60,2
Rhenaniaphosphat	30	36,2	59,8
Superphosphat	30	36,4	(54,3)
	60	37,5	58,8

Hiernach zeigt sich bei allen Parzellen mit Phosphorsäuredüngung eine beträchtliche Wirkung dieser Düngung auf den Ertrag.

Das Neubauer-Verfahren hat also in diesen Versuchen das Phosphorsäurebedürfnis der Böden nicht zum Ausdruck gebracht.

II. Ein wenig günstiger fielen die Ergebnisse bei der Bestimmung des Kalibedarfs dieser Böden aus. In den bei den Versuchen verwendeten 5 g Roggenkörner wurden

23.5, 24.3, 23.9, 25.0,

im Mittel 24.2 mg Kaliumoxyd (K_2O) gefunden.

Die Blindversuche ergaben einen Gehalt der Keimpflanzen von

22.5, 22.1, 23.2, 22.7,

im Mittel 22.6 mg Kaliumoxyd (K_2O).

Sämtliche Parzellen des Feldversuches hatten eine gleiche Düngung von 125 kg Kaliumoxyd in Form von Kainit erhalten. Für die Untersuchung wurden die Proben der Parzellen mit gleicher Phosphorsäuredüngung zu je einer Probe vereinigt und so nach dem Neubauer-Verfahren auf den Gehalt an wurzellöslichem Kali untersucht.

Die Ergebnisse, auf 100 Körner von 5 g berechnet, waren folgende:

Tabelle 24.

Parzellen	Gefundene K_2O in mg		
	Versuch I.	Versuch II.	Mittel
1. und 10.	31,5	30,2	30,85
3. und 12.	33,7	29,5	31,6
4. und 13.	30,4	32,6	31,5
7. und 16.	32,1	30,5	31,3
8. und 17.	29,8	31,4	30,6
9. und 18.	28,9	28,7	28,8
Gesamt-Mittel	—	—	30,8

Da der Blindversuch im Mittel 22.6 mg Kaliumoxyd ergeben hatte, wurden demnach durch die Keimpflanzen aus den Versuchsböden nach der Düngung 8.2 mg Kaliumoxyd mehr aufgenommen. Auf 100 g wasserfreien Boden umgerechnet, entspricht diese Kaliumoxyd-Menge 9.9 mg. Diese Menge entspricht jedoch bei weitem nicht der von Neubauer für hinreichend mit Kaliumoxyd versorgte Böden angenommenen Menge von 24 mg für 100 g Boden. Die untersuchten Böden würden also trotz der starken Düngung mit 125 kg Kaliumoxyd je ha nach Neubauer noch einen erheblichen Kalibedarf haben.

Bei allen bisher beschriebenen Versuchen wurde ein wesentlicher Unterschied im Aussehen und Gedeihen der Pflänzchen auch gegenüber den Blindversuchen nicht beobachtet. Merkliche Mangelerscheinungen traten bis zum 18. Tage bei keinem Versuche auf.

III. Es erschien daher nicht uninteressant, das Verfahren von Neubauer bei verschiedenen Bodenarten zu beobachten. Zu diesem Zwecke wurden 6 verschiedene Böden untersucht, die sehr verschiedene Eigenschaften aufwiesen und die seit längeren Jahren an der hiesigen Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu den verschiedensten Untersuchungen benutzt worden waren. Es handelt sich um je einen Sand-, lehmigen Sand-, Lehm-, Kalk-, Ton- und Schieferboden. Die drei ersten Böden stammten aus der näheren Umgebung Münsters; der Kalkboden (Plänerkalk) stammte aus dem Teutoburger Walde (Lengerich), der Tonboden, ein Verwitterungserzeugnis des Keupers, stammte aus Driburg; der Schieferboden, ein Verwitterungserzeugnis des Lenneschiefers, stammte aus dem Kreise Olpe.

Sämtliche 6 Böden hatten während mehrerer Jahre eine sehr starke und gleichmäßige Stallmistdüngung erhalten. Die

angewandte Phosphorsäuredüngung kam einer Gabe von 279 kg P_2O_5 je ha gleich und die Böden wiesen auch entsprechend hohe Gehalte an Kali, Stickstoff und organischen Stoffen auf, deren Menge aber hier nicht von Interesse war, weil bei den folgenden Versuchen nur die Phosphorsäureaufnahme festgestellt wurde.

Die in diesen Versuchen nach dem Neubauer-Verfahren gezogenen Roggenpflänzchen zeigten ein besonders lebhaftes Wachstum und eine sehr frische dunkelgrüne Farbe.

Die Versuchsergebnisse waren folgende:

Tabelle 25.

	Sandboden	Lehmiger Sandboden	Lehmboden	Kalkboden	Tonboden	Schieferboden
Gefundene Menge P_2O_5 in mg:	46,3	43,3	43,7	42,4	40,5	40,6
P_2O_5 Aufnahme in mg auf 100 g. wasserfreien Boden berechnet	12,8	10,4	9,9	9,1	6,6	6,6

Die gefundenen Phosphorsäuremengen sind wiederum auf 100 Körner von 5 g umgerechnet. Zur Feststellung der Phosphorsäureaufnahme wurden die Ergebnisse der Blindversuche der vorletzten Bestimmungen verwendet, da diese den letzteren zeitlich unmittelbar vorangingen. Bei allen 6 Böden ist eine nicht unerhebliche Menge an wurzellöslicher Phosphorsäure festzustellen. Den größten Gehalt hieran weisen die im Sandboden gewachsenen Pflänzchen auf, während beim Ton- und Schieferboden zwar auch eine nicht unerhebliche Aufnahme stattgefunden hatte, die Normalzahl von 8 mg jedoch nicht erreicht wurde. Bei den übrigen Böden ist die Normalzahl um 1—4 mg überschritten. Die erzielten Ergebnisse entsprechen den heute verbreiteten Anschauungen über die Ausnutzbarkeit des Düngers in den verschiedenen Bodenarten. Es fragt sich jedoch, ob die Neubauer'sche Normalzahl von 8 mg bei allen Bodenarten gleichmäßig angewandt werden darf, um mit ihrer Hilfe das Düngebedürfnis festzustellen. Jedenfalls darf man als sicher annehmen, daß die untersuchten 6 Böden bei der gegebenen großen Stalldüngermenge keinen Bedarf an Phosphorsäure hatten.

Die angestellten Untersuchungen haben ergeben, daß das Verfahren von Neubauer in manchen Fällen geeignet zu sein scheint, das Düngebedürfnis eines Bodens anzuzeigen; bei dem Sandboden des Versuchsgutes Sprakel war dies jedoch nicht der Fall. Trotz einer starken Phosphorsäuredüngung war hier Aufnahme von Phosphorsäure durch die Keimpflanzen nicht festzustellen. Worauf diese Abweichung zurückzuführen ist, läßt sich einstweilen nicht feststellen. Jedenfalls kann aber nicht daran gezweifelt werden, daß die Neubauer'sche Methode eine wertvolle Anregung darstellt, die den Bestimmungsverfahren der leichtlöslichen Pflanzennährstoffe neue Wege weist und der bei weiterem Ausbau in absehbarer Zeit vielleicht ein ganzer Erfolg beschieden sein wird.

β) Ausschüttelung des Bodens mit 1 % iger Zitronensäurelösung.

Von erheblichem Interesse erschien es nun, festzustellen, ob nach diesem Verfahren durch Ausschüttelung des Bodens mit 1 % iger Zitronensäurelösung die Stärke einer Düngergabe wenigstens relativ zum Ausdruck kommt, und ob auf diese Weise der Vorrat eines Bodens an leichtlöslichen Nährstoffen bestimmt werden kann. Es wurde zu diesem Zwecke die Arbeitsweise von J. König und J. Hasenbäumer[1]) angewendet. Die näheren Einzelheiten des Verfahrens und die bisher gemachten Erfahrungen sind aus der unten angegebenen Literatur zu ersehen. Es können hier nur die allgemeinen Voraussetzungen und die Arbeitsweise sowie die bei einer Anzahl Versuchen erzielten Ergebnisse mitgeteilt werden.

Das Verfahren, welches dieselben Ziele wie das von Neubauer verfolgt, beruht auf gänzlich anderen Grundlagen. Es wird angenommen, daß eine Ausschüttelung des Bodens mit 1 % iger Zitronensäurelösung unter geeigneten Versuchsbedingungen wenn auch nicht gerade diejenigen Mengen an leichtlöslichen Nährstoffen, die den Pflanzen während einer Vegetationsperiode zur Verfügung stehen, in Lösung bringt, so doch relative Werte ergibt, die es ermöglichen, sich ein zutreffendes Bild von dem für die Pflanzen verfügbaren Nährstoffvorrat zu machen. Die Methode soll zur Bestimmung von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff dienen, doch sollen hier nur die Bestim-

[1]) Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Teil B, 1924, **3**, 497.

mungsverfahren für Phosphorsäure und Kali erörtert werden.

Es wurden nach diesem Verfahren in den Böden, die dem oben (Seite 47) erwähnten Phosphorsäure-Düngungsversuch auf dem Versuchsgute Sprakel entnommen waren, Phosphorsäure und Kali bestimmt.

I. Die Ergebnisse der Phosphorsäurebestimmungen waren folgende für 100 g Boden:

Tabelle 26.

Art der P_2O_5 Düngung je ha	Parzelle	Zitrl. Posphorsäure in mg	Parzelle	Zitrl. Phosphorsäure in mg	Mittel der 2 Parzellen mit gleicher Düngung in mg
0	1.	17,3	10.	17,8	17,55
30 kg P_2O_5 als Thomasmehl	3.	19,1	12.	18,9	19,0
60 kg P_2O_5 als Thomasmehl	4.	21,8	13.	21,3	21,55
30 kg P_2O_5 als Rhenaniaphosphat	7.	21,4	16.	21,9	21,65
30 kg P_2O_5 als Superphosphat	8.	20,0	17.	20,4	20,2
60 kg P_2O_5 als Superphosphat	9.	23,0	18.	23,4	23,3

Die gefundenen Werte stimmen innerhalb der Parallelversuche gut überein und bringen andererseits die verschiedenen Düngergaben gut zum Ausdruck. Nebenbei sei bemerkt, daß die Ergebnisse auf einen gewissen Mehrgehalt an löslicher Phosphorsäure bei den mit Superphosphat gedüngten Böden gegenüber den mit Thomasmehl und Rhenaniaphosphat gedüngten Böden hindeuten. Das Verfahren erscheint also geeignet, eine mehr oder minder starke Düngung anzuzeigen und infolgedessen auch ein einigermaßen zutreffendes Bild von dem Nährstoffvorrat des Bodens zu geben. Bei den seit Jahren an der hiesigen Landwirtschaftlichen Versuchsstation in dieser Richtung angestellten Versuchen, hat sich immer wieder ergeben, daß man mit Hilfe dieses Verfahrens eine gewisse Nährstoffabnahme im Boden nach einer Vegetationsperiode feststellen kann. Mit anderen Worten, man kann nachweisen, daß dem Boden durch die darauf gewachsenen Früchte eine bestimmte Menge an Nährstoffen entzogen ist, die dem Boden zur Erzielung einer Vollernte naturgemäß wieder zugeführt werden muß,

vorausgesetzt, daß der Boden keinen besonders hohen Nährstoffvorrat aufweist. Die zu diesem Zwecke erforderlichen Nährstoffe können nach obigem Verfahren einigermaßen befriedigend bestimmt werden unter Berücksichtigung der Tatsache, daß einmal die verschiedenen Fruchtarten verschiedene Mengen von Nährstoffen verlangen, andererseits die einzelnen Bodenarten eine unterschiedliche Ausnutzung des Düngers bedingen. Letzteres wurde sowohl mit Hilfe des Verfahrens von Neubauer, als auch des letztgenannten an den erwähnten 6 verschiedenen Bodenarten festgestellt. Nach den bisher gemachten Erfahrungen scheint das Verfahren der Ausschüttelung mit 1 % iger Zitronensäurelösung für leichtere Böden besonders geeignet zu sein.

II. Die Kalibestimmungen ergaben für 100 g Boden folgende Mengen an in 1 % iger Zitronensäurelösung löslichem Kali folgende Werte:

Parzelle:	1: 9.3 mg	Parzelle:	10: 9.0	Mittel	9.15 mg Kali
„	3: 9.8 „	„	12: 9.4	„	9.6 „
„	4: 8.8 „	„	13: 9.1	„	8.95 „
„	7: 9.4 „	„	16: 8.8	„	9.1 „
„	8: 9.1 „	„	17: 8.7	„	8.9 „
„	9: 8.9 „	„	18: 9.4	„	9.15 „

Die Werte ergeben demnach in ziemlicher Übereinstimmung untereinander ein Bild von dem Vorrat der einzelnen Parzellen an leichtlöslichem Kali.

Auch bei dem Verfahren der Ausschüttelung mit 1 % iger Zitronensäurelösung sind Normalzahlen genannt, die einen Anhalt für den mehr oder minder großen Bedarf eines Bodens an Nährstoffen geben sollen.

Von Lemmermann werden diese Zahlen etwas niedriger angenommen als von König und Hasenbäumer; es erscheint zu ihrer endgültigen Festsetzung noch weiterer Untersuchungen zu bedürfen. Jedenfalls kann man zusammenfassend von dem Verfahren sagen, daß es sich bisher namentlich für leichtere Böden als durchaus geeignet erwiesen hat, die leichtlöslichen Pflanzennährstoffe zu bestimmen.

III. Wasseruntersuchungen.

Die Wasserverhältnisse des Bodens stehen mit dessen physikalischer Beschaffenheit in engem Zusammenhang und

sind für die Landwirtschaft von großer Bedeutung. Vor allem sind die Niederschlagsmengen und der Grundwasserstand auf die Ernteerträge von ausschlaggebendem Einfluß.

Es wurde oben schon darauf hingewiesen, daß einmal die wasserhaltende Kraft des Bodens und die dadurch zum Teil bedingte Wasserführung, dann aber auch die durch das Wasser verursachte mehr oder minder starke Auswaschung der Nährstoffe des Bodens für die Vegetation von großer Wichtigkeit sind. Die über die Auswaschung gemachten Ausführungen bedürfen bei dieser Gelegenheit noch einiger Ergänzungen[1]).

Wie erwähnt, unterliegen die Nährstoffe der oberen Schichten des Bodens im allgemeinen in höherem Maße der Auswaschung als die unteren. Die Ergebnisse der Bodenanalysen bestätigten diese Tatsache. Man wird sich ein zutreffendes Bild von diesen Vorgängen machen, wenn man annimmt, daß das Wasser, welches durch Niederschläge in den Boden gelangt, in der obersten Schicht bereits eine erhebliche Menge an Salzen in Lösung bringt, so daß annähernd ein Sättigungsgrad erreicht wird, der ein Gleichgewicht zwischen der vorhandenen Wassermenge und den löslichen Bestandteilen im Boden darstellt. Gelangt das Wasser nun in die nächst tiefere Schicht, so kann es naturgemäß nur mehr weit weniger Salze lösen und wird bald den Grad völliger Sättigung in Bezug auf das statische Gleichgewicht erreicht haben, womit einer weiteren Auswaschung ein Ziel gesetzt ist. Daß die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche andererseits einer Auswaschung der oberen Schichten entgegenwirkt, leuchtet ein, da bei der Auswaschung naturgemäß das Massenwirkungsgesetz wirksam ist, insofern nämlich die Menge der in Lösung gebrachten Stoffe einmal von der Menge des einwirkenden Wassers, dann aber auch von der Menge der angreifbaren Stoffe abhängt. Außer der Verdunstung wirken der Auswaschung des Bodens auch andere Umstände, die durch die besonderen Eigenschaften des Bodens und die klimatischen Verhältnisse bedingt sind, entgegen. Es wurde hierauf oben bereits kurz hingewiesen. Der Verlust an löslichen Stoffen wird in manchen Fällen durch die fortschreitende Verwitterung der Bodengemengteile teilweise wieder

[1]) Vergl. Ramann, Bodenurkunde. 2. Aufl. S. 31 ff.

aufgehoben. Die Verwitterung wird durch die klimatischen Verhältnisse stark beeinflußt und durch eine feinkörnige Struktur des Bodens begünstigt, durch eine grobkörnige dagegen verlangsamt.

Die durch die Schlämmanalysen gewonnene Einsicht in die physikalische Beschaffenheit der Sprakeler Böden berechtigt zu der Annahme, daß hier die Verhältnisse in dieser Beziehung durchweg recht günstig sind. Selbstverständlich wird der Verlust an löslichen Stoffen durch deren künstliche Zufuhr in Gestalt von Dünger teilweise wieder ergänzt. Dadurch, daß das Wasser die Verwitterungsprodukte zu einem Teile wieder fortführt, wird auch die chemische Zersetzung des Bodens beschleunigt und eine gewisse Anreicherung mit löslichen Stoffen bewirkt. Ein weiterer Umstand, welcher der Auswaschung entgegenwirkt, liegt in der Tätigkeit der Pflanzenwelt, die alljährlich dem Boden eine Reihe von Stoffen zum Teil aus verhältnismäßig tiefen Schichten entnimmt und sie nach dem Absterben den oberen Schichten durch die darin verbleibenden Pflanzenreste zum Teil wieder zuführt. Diese Tätigkeit der Pflanzen stellt jedenfalls auf nicht kultivierten Böden eine erhebliche Beschränkung der Auswaschung namentlich der oberen Schichten dar, wenn sie auch in den meisten Fällen diese nicht völlig beheben kann. Andererseits ist auf landwirtschaftlich genutzten Böden, denen im Gegensatz zu den unkultivierten Böden die geernteten Früchte entzogen werden, durch die erwähnten Vorgänge eine weitere Verarmung an löslichen Stoffen bedingt.

Die einzelnen Salze des Bodens sind natürlich entsprechend ihrer Löslichkeit in verschiedenem Maße der Auswaschung unterworfen. Am leichtesten löslich sind Chloride und Nitrate; es folgen die Sulfate der Alkalien und die Karbonate des Calciums und Magnesiums. Relativ am schwersten löslich sind die Phosphate. Daß die Auswaschung der Nitrate wegen der verhältnismäßig kostspieligen Stickstoffdüngung eine erhöhte Aufmerksamkeit verdient, bedarf keiner Erörterung.

1. Reitbach- und Drainagewasser.

Um festzustellen, ob und in welchem Maße die Sprakeler Böden der Auswaschung unterliegen, wurden das Reitbachwasser und der Drainageausfluß der Weide E einer periodisch

wiederkehrenden Untersuchung unterworfen. Die Analysenergebnisse des Reitbachwassers geben ein Bild von der Auswaschung einer größeren Fläche, während diejenigen des Drainagewassers nur die Verhältnisse eines kleinen Bezirkes wiedergeben. Die Untersuchungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 27.
Zusammensetzung des Reitbachwassers.[1])
(mg im Liter)

Tag der Untersuchung	Aussehen	Abdampfrückstand	Glührückstand	Calciumoxyd (CaO)	Magnesiumoxyd (MgO)	Schwefelsäure (SO_3)	Chlor (Cl)	Chlornatrium (NaCl)	freie Kohlensäure (CO_2)	gebundene Kohlensäure (CO_2)	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff
23. I. 24.	leichtgetrübt	326,4	261,1	88,0	10,3	14,5	26,6	43,9	4,0	135,4	8,4
16. VI. 24.	klar, gelblich	302,4	241,9	89,5	9,5	12,8	19,5	32,2	3,6	141,0	5,8
15. VII. 24.	leichtgetrübt	315,5	252,3	92,6	11,2	13,3	24,8	40,9	4,5	134,5	7,8
2. VIII. 24.	leichtgetrübt	325,0	267,5	104,0	12,1	17,6	26,6	43,9	4,4	131,8	8,7
16. VIII. 24	opalisierend	320,5	262,0	101,0	11,0	18,9	23,0	38,0	6,7	140,6	10,0
10. IX. 24.	trübe	330,5	180,5	57,5	6,4	10,5	21,3	35,1	4,4	70,2	20,5
3. X. 24.	opalisierend	305,6	235,5	94,0	12,1	18,0	21,3	35,1	6,5	134,2	10,0
16. X. 24.	klar, farblos	320,5	250,4	100,3	10,5	16,4	26,6	43,9	4,5	138,5	8,4
31. X. 24.	klar, farblos	324,6	263,4	98,5	11,7	16,8	24,8	40,9	5,2	136,4	9,6
17. XI. 24.	klar, farblos	330,5	275,4	102,3	11,4	15,4	28,4	46,8	4,5	142,7	8,0
2. XII. 24.	leichtgetrübt	328,4	272,7	101,3	10,0	16,2	26,6	43,9	4,5	143,8	7,5
18. XII. 24.	klar, farblos	332,5	274,6	98,3	9,4	15,6	24,8	40,9	4,8	145,2	8,3
8. I. 25.	trübe	328,8	252,4	75,0	7,3	11,7	19,5	32,2	4,5	123,4	12,8
19. I. 25.	klar, farblos	325,4	250,5	71,0	6,8	9,8	19,5	32,2	4,2	118,4	10,5
2. II. 25.	leichtgetrübt	331,0	263,0	85,3	8,8	13,3	21,3	35,1	4,6	128,5	9,4
16. II. 25.	klar, farblos	303,3	262,0	93,0	9,4	14,3	21,3	35,1	4,5	132,7	8,4
2. III. 25.	leichtgetrübt	312,8	268,4	97,0	9,8	15,0	23,0	38,0	4,2	136,6	7,8
16. III. 25.	leichtgetrübt	308,7	270,3	95,2	9,6	13,7	24,8	40,9	4,0	130,9	8,1
2. IV. 25.	leichtgetrübt	306,4	266,4	93,5	8,9	12,3	21,3	35,1	3,8	125,7	9,6

[1]) Alle Wasserproben zeigten neutrale Reaktion und waren frei von Ammoniak und Salpetriger Säure. — Der Salpetersäuregehalt lag bei allen Proben unter 0,01 mg N_2O_5.

Tabelle 28.

Zusammensetzung des Drainagewassers von Weide E.[1])

(mg in 1 Liter)

Tag der Untersuchung	Aussehen	Abdampfrückstand	Glührückstand	Calciumoxyd (CaO)	Magnesiumoxyd (MgO)	Schwefelsäure (SO_3)	Chlor (Cl)	Chlornatrium (NaCl)	freie Kohlensäure (CO_2)	gebundene Kohlensäure (CO_2)	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff
23. I. 24.	klar, farblos	324,4	259,5	104,5	9,4	15,1	19,5	32,2	45,6	135,5	7,8
16. VI. 24.	klar, farblos	299,2	239,4	98,5	8,5	14,8	24,8	40,9	36,4	125,2	3,6
15. VII. 24.	leichtgetrübt	310,5	250,5	99,0	8,6	17,0	28,4	46,8	36,4	130,4	7,0
2. VIII. 24.	leichtgetrübt	315,5	256,5	100,0	10,1	15,3	23,0	38,0	38,4	135,1	8,6
16. VIII. 24.	leichtgetrübt	325,5	266,5	104,5	9,8	16,6	26,6	43,9	47,1	150,3	6,3
10. IX. 24.	trübe	320,5	223,5	67,5	7,4	11,0	20,6	34,0	21,5	88,4	10,3
3. X. 24.	leichtgetrübt	283,0	250,5	115,5	14,3	11,5	24,8	40,9	56,3	154,0	5,9
16. X. 24.	klar, farblos	322,5	245,0	112,4	15,2	14,4	24,8	40,9	48,3	152,5	7,8
31. X. 24.	klar, farblos	318,5	242,0	110,7	13,8	12,5	23,0	38,0	44,5	148,6	7,2
17. XI. 24.	klar, farblos	324,6	250,4	113,5	14,4	13,6	26,6	43,9	50,2	153,7	6,4
2. XII. 24.	klar, farblos	324,2	245,7	112,7	13,6	13,8	30,1	49,7	52,6	150,3	5,8
18. XII. 24.	klar, farblos	315,4	260,3	114,5	15,6	15,3	30,1	49,7	49,3	148,6	7,2
8. I. 25.	leichtgetrübt	305,7	231,4	95,2	10,6	11,3	24,8	40,9	35,6	128,4	6,2
19. I. 25.	klar, farblos	300,5	225,3	88,3	9,4	10,5	23,0	38,0	36,8	121,5	6,2
2. II. 25.	klar, farblos	310,7	245,3	99,3	9,6	12,7	26,6	43,9	40,3	137,4	5,8
16. II. 25.	klar, farblos	321,5	250,7	110,8	12,9	12,8	28,4	46,8	45,3	144,8	6,7
2. III. 25.	klar, farblos	322,8	253,4	110,0	13,2	12,5	28,4	46,8	45,8	143,6	6,9
16. III. 25.	klar, farblos	320,4	248,3	108,7	13,6	13,4	26,6	43,9	44,5	146,3	7,0
2. IV. 25.	klar, farblos	315,3	236,4	94,8	10,2	11,7	23,0	38,0	38,6	128,2	8,3

Aus dem Vergleich der beiden Tabellen ergibt sich, daß die Zusammensetzung der beiden Wässer eine weitgehende Übereinstimmung aufweist, doch ist der Drainageausfluß durchweg etwas gehaltreicher als das Reitbachwasser. Diese Tatsache erklärt sich offenbar daraus, daß der Reitbach einmal viel Zufluß von Oberflächenwasser erhält, welches naturgemäß

[1]) Alle Proben zeigten neutrale Reaktion und waren frei von Ammoniak und Salpetriger Säure. — Der Salpetersäuregehalt lag bei allen Proben unter 0,01 mg N_2O_5.

nur wenig gelöste Stoffe aufweist, sodann aber auch wohl daraus, daß er in seinem Oberlauf Zuflüsse von Grundwasser aus nährstoffärmeren und weniger gedüngten Sandböden erhält. Die Zusammensetzung der Wässer schwankt mit den Jahreszeiten und zeigt natürlich Beziehungen zu den Niederschlagungsmengen. Es leuchtet ein, daß bei großen Niederschlagsmengen der Gehalt des Wassers zurückgeht. Dieser relativen Abnahme an löslichen Stoffen steht aber andererseits die größere Menge des ablaufenden Wassers gegenüber, sodaß natürlich reichliche Niederschläge eine erhöhte Auswaschung des Bodens herbeiführen. Die einzelnen Bestandteile sind in den Wässern in recht verschiedenen Mengen vorhanden. Verhältnismäßig hoch ist für den Bach und das Drainagewasser aus einem Gebiet mit vorwiegend Sandboden der Kalkgehalt; er zeigt, welche große Mengen Kalk dem Boden durch die Drainage entzogen werden, die natürlich durch Düngung ersetzt werden müssen. Auch die Menge der Chloride und Sulfate ist ziemlich hoch. Auffallend gering ist der Gehalt an Nitraten, ein Umstand, der für die landwirtschaftliche Bewertung von besonderer Bedeutung ist. Freie Kohlensäure ist naturgemäß im Drainageausfluß in weit größeren Mengen vorhanden als im Reitbachwasser; ihre Menge ist im Drainagewasser etwa zehnmal so hoch wie im Reitbachwasser.

Zusammenfassend läßt sich aus den Untersuchungsergebnissen entnehmen, daß zwar den Sprakeler Böden im Laufe der Jahre recht beträchtliche Mengen an löslichen Stoffen entzogen werden, daß aber andererseits die günstige physikalische Beschaffenheit der Böden deren Verarmung an Nährstoffen verhindert, und infolgedessen die eintretenden Verluste durch eine richtig geleitete Bewirtschaftung leicht ausgeglichen werden können.

2. Brunnenwässer.

Die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Brunnenwässer sind in der nachfolgenden Tabelle 29 mitgeteilt. Zum Vergleich sind die in früheren Jahren ausgeführten Analysen dieser Wässer mit aufgenommen (Ergebnisse in mg in l):

Tabelle 29. Brunnenwässer.

Tag der Untersuchung	Aussehen	Reaktion	Abdampfrückstand	Glührückstand	Calciumoxyd (CaO)	Magnesiumoxyd (MgO)	Eisen (Fe)	Schwefelsäure (SO_3)	Chlor (Cl)	Salpetersäure (N_2O_5)	freie Kohlensäure (CO_2)	Gebundene Kohlensäure (CO_2)	Zur Oxydation erford. Sauerstoff	Ammoniak	Salpetrige Säure
Hausbrunnen.															
26. II. 17.	schwach weißlich opalisierend	schwach sauer und schwach alkalisch	440,0	—	150,0	9,1	1,0	38,4	30,1	22,2	43,0	—	7,8	0	0
25. II. 21.	klar, farblos	„	476,0	—	160,0	18,1	0,3	43,9	31,9	42,5	57,2	—	4,3	0	0
16. VI. 24.	klar, farblos	„	744,0	615,2	195,5	15,9	0,03	59,2	63,8	60,0	26,4	222,6	6,6	0	0
Stallbrunnen.															
25. II. 21.	gelblich m. rotbraunem Bodensatz	schwach sauer und schwach alkalisch	1389,4	—	255,5	73,2	37,5	76,8	241,0	22,7	167,2	—	22,7	+	0
16. VI. 24.	gelb, trübe, brauner Bodensatz	„	1257,6	1006,1	190,0	46,7	15,6	60,7	184,3	20,4	103,4	616,0	24,3	+	0
Brunnen am Speicher.															
1. VI. 21.	klar, schwach gelblich	schwach sauer und schwach alkalisch	742,0	—	255,0	21,7	0,3	105,4	38,6	99,0	85,8	—	6,0	0	0
16. VI. 24.	gelbl., opalisierend grauer Bodensatz	„	998,8	904,3	305,5	27,5	1,6	83,7	166,6	41,0	105,6	483,1	24,4	+	0
Brunnen auf der Weide A.[1])															
1. VI. 21.	gelblich, trübe	schwach sauer	836,0	—	321,0	3,6	—	10,3	30,1	0	0	171,6	38,0	+	+
16. VI. 24.	klar, schwach gelblich	neutral	373,6	299,0	112,0	10,8	0,015	26,1	35,4	0,03	51,4	159,3	6,7	0	0
Brunnen auf der Weide B.															
1. VI. 21.	gelblich, opalisierend	schwach sauer	214,0	—	63,5	9,1	1,2	26,6	13,8	2,9	48,4	85,8	5,8	0	0
16. VI. 24.	opalisierend	neutral	570,0	456,0	135,0	13,6	0,5	43,5	78,0	0,75	57,2	149,6	8,3	0	0

[1]) Der Brunnen in der Weide A enthielt bei der Untersuchung im Jahre 1921, kurz nach seiner Anlage, infolge Auslaugung der Zementrohre noch freien Kalk; seine Menge entsprach damals 277,5 mg Calciumhydroxyd ($Ca[OH]_2$).

Es handelt sich bei den Brunnenwässern hauptsächlich darum, festzustellen, ob das betreffende Wasser für den menschlichen bzw. tierischen Genuß geeignet erscheint und ob es anderweitig als Gebrauchswasser Verwendung finden kann.

Das Wasser des Hausbrunnens wurde zum ersten Mal im Jahre 1917 und dann wieder 1921 untersucht, es ergab sich damals, daß es hart und schwach eisenhaltig, für den menschlichen Genuß aber durchaus geeignet war. Nennenswerte Zuflüsse aus verunreinigten Bodenschichten waren nicht nachweisbar; allerdings hatte sich der Gehalt an Nitraten im Jahre 1921 vermehrt. Die letzte Untersuchung im Jahre 1924 zeigt, daß der Gehalt an allen löslichen Stoffen mit Ausnahme von Eisen und freier Kohlensäure ein höherer war. Besondere Aufmerksamkeit verdient der Umstand, daß der Gehalt an Nitraten sich gegen 1917 etwa verdreifacht hat, doch ist hierbei zu berücksichtigen, daß die beiden ersten Untersuchungen im Februar erfolgt waren, also zu einer Zeit mit hohem Grundwasserstand, während die letzte Untersuchung im Juni, also in trockener Jahreszeit erfolgt ist. Wenngleich nach der Analyse zweifellos ein gewisser Zufluß aus verunreinigten Bodenschichten stattfindet, so findet doch noch eine vollständige Mineralisierung dieses Zuflusses statt. Letzteres kann aus der nur mäßigen Menge des zur Oxydation erforderlichen Sauerstoffes, sowie aus dem Fehlen von Ammoniak und Salpetriger Säure geschlossen werden.

Auch die Untersuchungsergebnisse des Stallbrunnenwassers in den Jahren 1921 und 1924 weisen Abweichungen voneinander auf. Der Kalkgehalt und der auch jetzt noch ungewöhnlich hohe Gehalt an Eisen sind zurückgegangen. Der Gehalt an Nitraten ist etwa derselbe geblieben. Der Gehalt an Ammoniak kann mit dem hohen Eisengehalt in Beziehung stehen, da stark eisenhaltige und an organischen Stoffen reiche Wässer vielfach einen Ammoniakgehalt auch dann aufweisen, wenn Zuflüsse aus durch menschliche oder tierische Abfallstoffe verunreinigten Bodenschichten ausgeschlossen sind. Der sehr hohe Chlorgehalt des Jahres 1921 ist etwas geringer geworden; er ist aber immerhin noch sehr hoch. Im ganzen hat sich die Beschaffenheit dieses Wassers in etwa gebessert, es ist aber immer noch außerordentlich hart und eisenreich. Von

den Tieren wird es wohl infolge seines Gehaltes an Chornatrium gern genommen und auch gut vertragen.

Bei dem Brunnen am Speicher ist der Gehalt an gelösten Stoffen durchweg höher als im Jahre 1921. Im Gegensatz zu dem damaligen Befunde ist jetzt Ammoniak, wenn auch nicht in erheblichen Mengen, nachweisbar. Die Zuflüsse aus verunreinigten Bodenschichten scheinen stärker geworden zu sein. Das Wasser ist außerordentlich hart und erscheint zum Trinken sowie für den häuslichen Gebrauch nicht geeignet, dagegen ist es im Garten sehr gut zu verwenden.

Das Wasser des Brunnens auf der Weide B war im Jahre 1921 kurz nach der Anlage des Brunnens sehr weich; es ist inzwischen bedeutend härter geworden. Auch der Gehalt an Chlornatrium und den anderen Stoffen ist etwas gestiegen. Es ist auch jetzt noch frei von Verunreinigungen und stellt ein sehr geeignetes Tränkwasser dar.

Das Wasser des Brunnens auf der Weide A hatte im Jahre 1921 eine abnorme Zusammensetzung, da es beträchtliche Mengen an freiem Calciumhydroxyd enthielt, die auf Auslaugung des frischen Mörtels der Brunnenwände zurückzuführen waren. Es war damals als Viehtränke nicht zu gebrauchen. Wie vorauszusehen war, hat sich die Beschaffenheit des Wassers inzwischen wesentlich gebessert. Freies Calciumhydrat ist nicht mehr vorhanden und der Kalkgehalt zeigt ein durchaus normales Maß. Das Wasser ist jetzt für die Viehtränke sehr geeignet, zumal Ammoniak und Salpetrige Säure im Gegensatz zu 1921 jetzt nicht mehr nachzuweisen sind.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Auf Grund der vorstehenden und der bereits früher ausgeführten Untersuchungen sowie der erzielten wirtschaftlichen Erfolge kann man den Wert agrikultur-chemischer Arbeiten für die Steigerung der Bodenerträge auf dem Versuchsgute Sprakel, wie folgt, kurz zusammenfassen:

1. Von größtem Einfluß auf die Steigerung der Erträge sind die Untersuchungen gewesen, welche sich auf die Reaktion und den Kalkgehalt des Bodens beziehen. Infolge der Er-

kenntnis der ungünstigen stark sauren Reaktion des Bodens bei der Übernahme des Versuchsgutes wurden alle Böden in den drei ersten Jahren mit je 50 dz Lengericher Kalkmergel je ha gedüngt, und seitdem wird durch eine ständige Kontrolle der Bodenreaktion dafür Sorge getragen, daß diese nicht zu sehr vom Neutralpunkt abweicht, und, sobald es erforderlich erscheint, durch Düngung mit Kalkmergel ein Übermaß an Säure beseitigt wird.

2. Ferner hat sich gezeigt, daß bei den starken Stalldüngergaben, welche beim Kartoffelbau angewendet werden, im allgemeinen bei dieser Frucht eine Beidüngung mit Phosphorsäure keine nennenswerten Mehrerträge liefert und daß lediglich die Beidüngung von 80—100 kg Kali und 40—60 kg Stickstoff je ha eine lohnende Steigerung der Kartoffelerträge bewirken kann.

3. Bei den Düngungsversuchen bei Getreide hat sich gezeigt, daß auch bei diesem meist nur eine schwache Reaktion auf Phosphorsäure zu beobachten ist; trotzdem erfolgt bei jedem Getreideanbau eine Phosphorsäuredüngung von etwa 30 kg je ha in Form von 2 dz Thomasmehl, um dadurch im Verein mit der starken Stalldüngergabe den Phosphorsäurevorrat des Bodens möglichst zu erhalten. Die Reaktion auf Kalidüngung ist bei den Getreidearten etwas stärker; es wird daher bei jedem Getreideanbau eine Düngung von 50—60 kg Kali je ha in Form von 4 dz Kainit gegeben.

Wie überall, so zeigt sich natürlich auch in Sprakel bei den Getreidearten eine starke Reaktion auf Stickstoffdüngung, und eine solche wird daher in allen Jahren als Kopfdüngung im zeitigen Frühjahr in Mengen von 30—40 kg je ha angewendet.

4. Alle diese Düngungsmaßnahmen konnten jedoch erst voll zur Wirkung gelangen, nachdem durch hinreichende Binnenentwässerung die Grundlagen hierfür geschaffen waren. Da die Binnenentwässerung bei der Übernahme sehr viel zu wünschen übrig ließ, mußten in den ersten Jahren rund 4 km neue Entwässerungsgräben angelegt, bezw. geräumt werden.

5. Mit Hilfe der auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchungen getroffenen praktischen Maßnahmen ist es unter Anwendung einer auch im übrigen rationellen Bewirtschaftung ge-

lungen, die Erträge des Versuchsgutes außerordentlich zu steigern. Während z. B. bei der Übernahme im Jahre 1917 nur Roggenerträge von 10—14 dz je ha erzielt wurden, rechnet man jetzt bei einigermaßen günstigen Witterungsverhältnissen mit solchen von 35—40 dz.

Auch die Kartoffelerträge konnten ganz außerordentlich gesteigert werden; sie betrugen z. B. bei den Sortenversuchen mit Spätkartoffeln im Mittel:

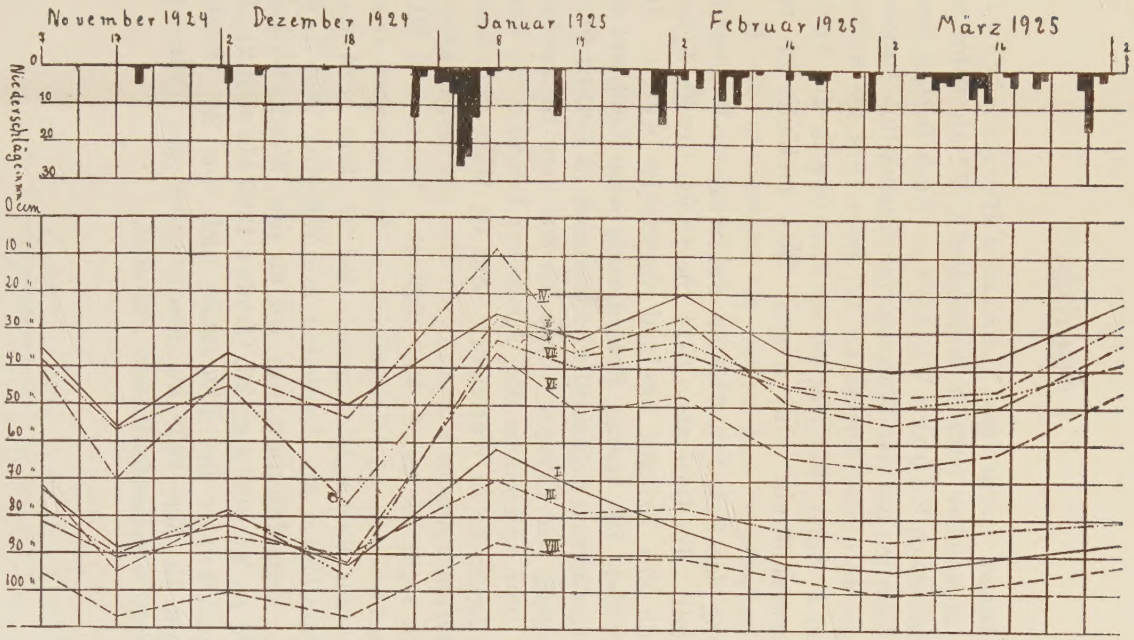
im Jahre:	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924.
dz je ha:	221	344	272	240	350	322	337.

6. Auch zum Schlusse sei nochmals betont, daß es im Interesse der Ernährung Deutschlands ein dringendes Erfordernis ist, daß neben der Neukultivierung geeigneter Ödlandsflächen auf eine Intensivierung des Ackerbaues auch auf den alten Kulturflächen das größte Gewicht gelegt wird. Für diese Steigerung der Erträge ist sachgemäße Anwendung agrikulturchemischer Untersuchungsmethoden und ihre Übertragung in die breite Praxis von der größten Bedeutung.

Die vorstehende Arbeit entstand in den Jahren 1924 und 1925 auf Anregung und unter Leitung von Herrn Professor Dr. Bömer im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Münster i. W., sowie auf dem Versuchsgute Sprakel bei Münster.

Es ist mir ein Bedürfnis, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Bömer für das fördernde Interesse, welches er meiner Arbeit entgegenbrachte, sowie für das mir bewiesene persönliche Wohlwollen meinen herzlichen Dank zu sagen. Zu großem Danke bin ich auch Herrn Dr. J. Hasenbäumer verpflichtet, der meine Untersuchungen jederzeit mit außerordentlichem Interesse verfolgte und mir manche dankenswerte Anregungen zuteil werden ließ.

Grundwasserstände in den Wasserstandsrohren I—VIII.



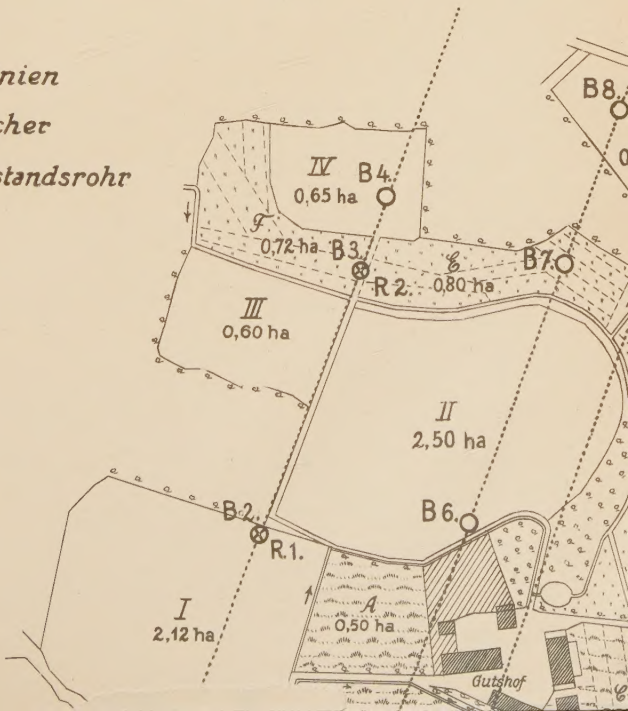
Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Gerhard Heinrich Veltman, am 18. September 1893 in Warendorf i. W. als Sohn des Apothekenbesitzers Eduard Veltman. Nach Besuch der Volksschule kam ich auf das Warendorfer Gymnasium Laurentianum und legte an dieser Anstalt am 17. März 1914 die Reifeprüfung ab. Am 1. April 1914 trat ich als Lehrling in die Apotheke in Radevormwald ein. Im August 1914 meldete ich mich als Kriegsfreiwilliger und wurde als solcher in die II. Ersatzabteilung des Kgl. Preußischen Feldartillerie-Regiments Nr. 69 eingestellt. Im Dezember 1914 rückte ich ins Feld, wo ich im Verlaufe des Krieges zweimal verwundet wurde. Im März 1916 erhielt ich meine Beförderung zum Leutnant d. R. im Kgl. Preußischen Feldartillerie-Regiment (3. Lothr.) Nr. 69. Mit Beendigung des Krieges wurde ich aus dem Heeresdienst entlassen und vollendete die Apotheker-Lehrzeit in der väterlichen Apotheke in Warendorf. Am 18. März 1920 bestand ich das pharmazeutische Vorexamen. Das pharmazeutische Staatsexamen legte ich am 4. Mai 1923 ab. Unter dem 10. August 1923 erhielt ich das Zeugnis über das Bestehen der beiden chemischen Verbandsexamina. Am 27. Juni 1924 wurde mir die Approbation als Apotheker mit Wirkung vom 5. Mai 1924 erteilt. Immatrikuliert war ich an der Westf. Wilhelms-Universität zu Münster vom 26. Oktober 1920 bis zum 21. Juli 1922 als Studierender der Pharmazie und vom 23. Oktober 1922 bis zum 13. Mai 1925 als Studierender der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät.

Versuchsgut Sprakel

der Landwirtschaftskammer f. d. Prov. Westfalen.

Massstab 1 : 5000

Zeichenerklärung.

- Acker
- Weide
- Wiese
- Holzbestand
- Garten
- ..... = Profillinien
- O 1,2,3 = Bohrlöcher
- × I.II.III = Wasserstandsrohr